



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Enseñanza-aprendizaje bajo un enfoque constructivista
de la Cinemática Lineal en su representación gráfica:
Ensayo en el grado X de la Institución Educativa Félix
Henao Botero**

Julián Alberto Giraldo Jaramillo

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Escuela de Física
Medellín, Colombia
2012

Enseñanza-Aprendizaje bajo un enfoque constructivista de la cinemática lineal en su
representación gráfica: Ensayo en el grado X de la Institución Educativa Félix Henao
Botero

Julián Alberto Giraldo Jaramillo

Informe de Práctica Docente como modalidad de Trabajo Final presentado como
requisito parcial para optar al título de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director (a):

M.C.s. Roberto Fabián Restrepo Aguilar

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Escuela de Física
Medellín, Colombia

2012

*A la mujer que llena mi espíritu de paz, da luz
a mi entendimiento y refresca mi vida con su
presencia Sandra Torres.*

Agradecimientos

A Roberto Restrepo Aguilar y Diego Luis Aristizabal Ramírez quienes con su vasta experiencia y entendimiento dirigieron y acompañaron este trabajo.

A mi familia que con paciencia y mucho esfuerzo, acompañó todo el proceso incondicionalmente.

A la Institución Educativa Félix Henao Botero por facilitar los medios y espacios necesarios para poner en marcha esta propuesta.

.

Resumen

Un elemento fundamental en el estudio de la física básica, particularmente en el caso de la cinemática, es la comprensión de gráficos. Esto debido a que en la representación gráfica se integra aspectos como la visualización del movimiento, la identificación de las variables que lo determinan y el planteamiento de estrategias para la solución, variación o argumentación de situaciones relacionadas a la cinemática.

Para el desarrollo de este trabajo, se realizó un diagnóstico con los estudiantes del grado 10 de la I.E. Félix Henao Botero empleando la evaluación “Testing Understanding of Kinematik Graphs” (TUG-K), para obtener una valoración cualitativa del estado de la comprensión de gráficos. Posteriormente se diseñó e implementó una unidad didáctica centrada en la comprensión de gráficos sólo con el grupo 10-1 (grupo de prueba); por último se aplicó nuevamente el TUG-K para valorar la ganancia de aprendizaje de los conceptos sobre cinemática logrado por los estudiantes, utilizando el denominado índice de Hake. El resultado de este índice mostró que la ganancia de aprendizaje del grupo de prueba fue baja, mientras que en el grupo de control fue casi nula, no obstante, se observó cualitativamente una asimilación de los conceptos por parte de los estudiantes del grupo de prueba, pues abordaban situaciones cotidianas y apoyaban sus explicaciones sobre los fenómenos naturales en los conceptos físicos trabajados, fenómeno que no se observó antes de la implementación de la propuesta. También se evidencia un cambio positivo en el manejo del lenguaje físico adecuado para describir algunas situaciones cotidianas.

Palabras Claves:

Cinemática, Comprensión de gráficos, Constructivismo, Aprendizaje Significativo, Testing Understanding of Kinematik Graphs (TUG-K)

Abstract

A fundamental aspect in the study of the basic physics, particularly in the case of the kinematics, is the comprehension of graphics. Due to in the graphic representation are integrated aspects like the movement visualization, the identification of the variables that determine it and the approach of strategies for the solution, variation or argument of situations related to the kinematics.

For the development of this work, a diagnosis with the students of the degree was carried out 10 of the I.E. Félix Henao Botero employing the evaluation "Testing Understanding of Kinematik Graphs" (TUG-K), to obtain a qualitative appraisal of the state of the comprehension of graphics. Subsequently it was designed and implemented a didactic unit centered in the comprehension of graphics only with the group 10-1 (group of test); finally applied again the TUG-K to value the profit of learning of the concepts on cinematic achieved by the students, utilizing the called index of Hake. The result of this index showed that the profit of learning of the group of test was drop, while in the control group was almost null, nevertheless, an assimilation of the concepts on the part of the students of the group of test was observed qualitatively, therefore they undertake routine situations and they support their explanations on the natural phenomena in the physical concepts worked, thing that before they did not do. Also themselves evidence a positive change in the management of the adequate physical language to describe some routine situations.

Keywords:

Kinematics, graphics comprehension, constructivism, meaningful learning, Testing Understanding of Kinematik Graphs (TUG-K)

Contenido

	Pág.
Resumen	VII
Lista de figuras.....	XI
Lista de gráficos.....	XII
Lista de tablas	XIII
Introducción	1
1. Descripción de la población y pregunta orientadora.....	5
2. Marco referencial.....	9
2.1 Fundamentación Teórica	9
2.1.1 Las teorías de aprendizaje	9
2.2.2 El TUG-K.....	13
2.2.3 El Factor de Hake.....	14
2.2.4 Los Mapas Conceptuales	15
2.2.5 Elementos básicos de la cinemática rectilínea.....	16
2.2.5.1 Definiciones básicas.....	16
2.2 Antecedentes del Tema.....	23
3. Metodología	27
4. Aplicación de la propuesta	31
4.1 Elección del grupo para el desarrollo de la propuesta.....	31
4.2 Aplicación del Pretest	31
4.3 Tiempo de desarrollo de la propuesta.....	31
4.4 Aplicación de la propuesta de trabajo	32
4.4.1 Módulo uno	32
4.4.2 Módulo dos	32
4.4.3 Módulo tres	33
4.4.4 Módulo cuatro	33
4.4.5 Módulo cinco.....	34
4.4.6 Módulo seis.....	34
4.5 Aplicación del postest	34
5. Resultados y análisis	37
6. Cronograma.....	43

7. Conclusiones y resultados.....	45
7.1 Conclusiones.....	45
7.2 Recomendaciones.....	46
A. Anexo: Cuestionario TUGK original versión en español	47
B. Anexo: Cuestionario TUGK modificado	57
C. Anexo: Registro fotográfico de las actividades.....	62
D. Anexo: Mapas conceptuales y gráficas construidas por los estudiantes	65
Apéndice I: Unidad Didáctica.....	71
Bibliografía	139

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Tipos de Trayectoria.....	17
Figura 2. Posición de un punto	18
Figura 3. Posición en un movimiento rectilíneo.....	18
Figura 4. Desplazamiento de una partícula	19
Figura 5. Desplazamiento independiente de trayectoria	19
Figura 6. Desplazamiento en el movimiento rectilíneo.....	20
Figura 7. Gráfica Posición vs Tiempo	21
Figura 8. Gráfica Velocidad vs Tiempo.....	22
Figura 9. Gráfica Aceleración vs Tiempo.....	23

Lista de gráficos

Gráfico 1: Porcentaje promedio de aciertos pre y post test de la prueba os	37
Gráfico 2: Porcentaje de aciertos 10-1 (Grupo experimental).....	38
Gráfico 3: Porcentaje de aciertos 10-2(grupo control)	38
Gráfico 4: Índice de Hake por grupos.....	39
Gráfico 5: Índice de Hake por objetivos de trabajo	40

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1: Escolaridad de los padres de familia	6
Tabla 2: Correspondencia de las preguntas del cuestionario elegido con la numeración en el TUGK	28
Tabla 3: Clasificación por preguntas con base en los objetivos planteados en el TUGK	29
Tabla 4: Factor de Hake global. Entre paréntesis está la desviación estándar	39
Tabla 5: Factor de Hake por objetivos para 10-1(grupo experimental). Entre paréntesis está la desviación estándar	40
Tabla 6: Factor de Hake por objetivos para 10-2(grupo control). Entre paréntesis está la desviación estándar	41
Tabla 7 Comparativo de rendimiento con estudiantes extranjeros.....	42

Introducción

En los últimos años los cursos de educación media se han convertido en un gran reto para los docentes de física, pues los resultados en las pruebas de estado en esta asignatura, muestran un desempeño pobre de nuestros estudiantes, haciéndose más notoria esta situación en aquellos pertenecientes a instituciones educativas públicas, ubicadas en sectores con bajos recursos económicos.

A esto se suma el temor social hacia las ciencias exactas, fundamentado este en la visión de ciencia dura que culturalmente se ha infundado en la población, dentro de la cual es considerada como una materia exclusiva para personas con altas capacidades intelectuales.

Al indagar profundamente en las causas del temor a abordar las temáticas de la física, en el caso particular de la comprensión de gráficos en cinemática, está la falta de elementos básicos de la matemática como la solución de ecuaciones y la construcción de gráficos que representen adecuadamente relaciones funcionales, aspectos esenciales para afrontar problemas cotidianos.

El docente se ve abocado a generar estrategias que permitan a los estudiantes adquirir las herramientas necesarias para resolver sus problemas de aprendizaje, relacionando de forma no arbitraria y sustantiva los nuevos conocimientos con sus conocimientos previos, sin olvidar que lo primero es averiguar lo que el estudiante ya sabe. Por tanto, el docente debe concienciarse de las dificultades que el alumno manifiesta al manejar información presentada gráficamente [1].

Otra situación preocupante es que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en la básica secundaria, propiamente en cinemática, se observó que las situaciones o problemas son abordados desde su componente algebraico, sin ser esto en la mayoría de los casos significativo para los estudiantes, ya que dicha matematización es abordada sin profundizar en lo analítico y conceptual [2], es pues este un gran obstáculo para el aprendizaje significativo de la física.

El desarrollar la habilidad de elaborar e interpretar gráficas que representan el movimiento de un objeto, deriva en la capacidad de interpretar gráficas con parámetros pertenecientes a situaciones de la cotidianidad como lo son la economía de un país en diferentes periodos de tiempo, el crecimiento demográfico a través de los años o el volumen de un gas a diferentes temperaturas. Las opciones son muchas y los procesos de interacción con objetos de conocimiento son tantos que permitirán al estudiante la adquisición de significados a través del establecimiento de relaciones sustantivas entre el conocimiento previo y el nuevo material de aprendizaje. En este sentido, se considera la comprensión de gráficos y su exposición organizada de contenidos, como un instrumento muy eficaz para conseguir una comprensión adecuada por parte de los estudiantes.

La importancia del desarrollo de ésta metodología, con la cual se pretende mejorar el aprendizaje conceptual de los estudiantes del grado décimo de la I.E. Félix Henao Botero, radicó en el desarrollo de la capacidad para enfrentar con mayor probabilidad de éxito los problemas novedosos sobre cinemática, así como la toma de decisiones asertivas de acuerdo con cada situación.

Todo esto ha motivado la propuesta de esta práctica docente, la cual consiste en la enseñanza de la cinemática rectilínea de una partícula (punto material) bajo un marco constructivista (Ausbeliano), y teniendo como eje de análisis la representación gráfica de las variables cinemáticas. En consecuencia, las actividades de enseñanza que se implementaron se apoyaron en los preconceptos de los estudiantes sobre el movimiento de los objetos para facilitar un aprendizaje significativo sobre este fundamental tema.

Se buscó entonces diseñar y presentar una propuesta didáctica que privilegie el desarrollo de procedimientos, habilidades y destrezas asociadas a la comprensión de gráficas de situaciones problema en cinemática.

La hipótesis planteada fue: la enseñanza del movimiento rectilíneo de una partícula desde un enfoque constructivista mediante el uso adecuado de la representación gráfica de las variables cinemáticas, permitirá una sustancial ganancia de aprendizaje de los fundamentos de éste, en cuanto a su comprensión y correcta aplicación en los estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Félix Henao Botero de la ciudad de Medellín. Consecuentemente, el objetivo central fue la medida de esta ganancia, para lo cual se usarán como medida cuantitativa el factor de Hake y como elementos que permitan apreciarla cualitativamente, los mapas conceptuales.

Los objetivos específicos propuestos fueron:

- Analizar los preconceptos de las estudiantes sobre el movimiento de los objetos.
- Diseñar, implementar y aplicar bajo el enfoque constructivista actividades didácticas para la debida enseñanza de la cinemática rectilínea aplicadas en sistemas físicos que se pueden reducir al modelo de partícula.

En el capítulo I de este texto se presenta el marco teórico. Este se divide en dos secciones: fundamentos teóricos y antecedentes. En la primera sección (fundamentos teóricos) se hace un recorrido por las principales teorías del aprendizaje, con énfasis en la teoría Ausbeliana; se describe en qué consiste el TUG-K (**T**est of **U**nderstanding **G**raphs in **K**inematics) como prueba estandarizada de reconocimiento internacional para estimar el nivel de conocimiento de la cinemática rectilínea; se explica lo referente al factor de Hake cómo índice de medida de la ganancia de aprendizaje; se explican los mapas conceptuales como herramienta fundamental en procesos de enseñanza-aprendizaje; termina haciendo una presentación muy concisa de los elementos de la física que son objeto de estudio en esta práctica docente: qué es un marco de referencia, qué es un sistema de coordenadas, las definiciones de las básicas de la cinemática y lo referente a la representaciones gráficas de éstas. En la segunda sección (los antecedentes) se hace la referencia a trabajos similares que se han realizado que apuntan en la misma dirección de esta propuesta de enseñanza de la cinemática mediante análisis gráfico.

En el capítulo 2 se describe el procedimiento a seguir. Aquí se muestra cómo se empleará el TUG-K como prueba pre y post test; continúa presentando la forma como se diseñarán y aplicarán los talleres, y termina explicando cómo se medirá ganancia de aprendizaje empleando los mapas conceptuales y el factor de Hake.

En el capítulo 3 se presenta el cronograma más o menos detallado que se seguirá para desarrollar la propuesta.

1.Descripción de la población y pregunta orientadora

1.1 Descripción de la población de la Institución Educativa Félix Henao Botero

La propuesta se desarrolló en la I.E. Félix Henao Botero del municipio de Medellín, en el grado décimo de la educación básica media. Dicha institución está ubicada en el barrio Caicedo del sector centro-oriental de la ciudad, hace parte de la comuna 8, conformada por barrios de estratos socioeconómicos 0,1 y 2, provenientes en su mayoría de familias con nivel escolar medio-bajo.

La mayor parte de los estudiantes del grado décimo incluidos en el trabajo (un 80%), hacen parte del grupo de media técnica en informática que se dicta en convenio con el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, los demás siguen sus estudios en media académica.

Son una población heterogénea, con gran presencia de personas desplazadas de varios municipios de Antioquia y Chocó, asentados en la parte alta de la comuna en los barrios Villatina, La Sierra, El Pinal y La Libertad.

El nivel educativo de los padres es bajo, pues la mayoría no concluyó sus estudios y sólo el 21% de ellos terminó la primaria y un 32% la secundaria. Los demás dejaron inconclusos sus estudios. Solamente un estudiante tiene padres con estudios a nivel técnico.

Entre los padres de familia, son las madres las que muestran mayor grado de escolaridad, pues un 36% de ellas llegó a la educación media, frente a un 21% de los padres. La mayoría de las familias cuenta con ingresos económicos entre 1 y dos

salarios mínimos y en muchos casos, la cabeza de la familia es la madre con ausencia del padre.

Tabla 1: Escolaridad de los padres de familia

Nivel de formación	Porcentaje
Primaria	21%
Secundaria y media	32%
Técnica o Tecnológica	3%

1.2 Pregunta orientadora

¿Se logrará un buen nivel en la ganancia de aprendizaje de la cinemática lineal en su representación gráfica, en el grado X del año lectivo 2012 de la Institución Educativa Félix Henao Botero, empleando la metodología con enfoque constructivista que se propone en esta práctica docente?

2.Marco referencial

2.1 Fundamentación Teórica

2.1.1 Las teorías de aprendizaje

La propuesta de trabajo de grado que se viene adelantando “La representación gráfica como elemento fundamental en la enseñanza-aprendizaje de la cinemática bajo un enfoque constructivista” y como se señala en el mismo título, está basada en el enfoque constructivista, concretamente en el aprendizaje significativo (Ausubel, Novak) en la actualidad ampliamente difundido.

Al hablar de Constructivismo se hace alusión a un conjunto de elaboraciones teóricas, concepciones, interpretaciones y prácticas que poseen una amplia gama de perspectivas y prácticas bastante diversas que hacen difícil considerarlas como una sola. Sin embargo, las actuales posturas constructivistas coinciden en la afirmación de que el conocimiento no es el resultado de una simple copia de la realidad preexistente, sino de un proceso dinámico e interactivo a través del cual la información externa es interpretada y re-interpretada por la mente que va construyendo progresivamente modelos explicativos cada vez más complejos y potentes.[3]

El constructivismo se basa en la premisa de que construimos una propia comprensión del mundo en que vivimos a partir de nuestras experiencias y en esa medida, cada uno de nosotros genera reglas y modelos mentales propios para darle sentido a las mismas.

Según lo anterior el aprendizaje, podría definirse como el proceso de ajustar nuestros modelos mentales para acomodarnos a nuevas experiencias. Esto nos indica que los procesos de aprendizaje deben comenzar con los eventos en que participan los

estudiantes para elaborar significados de su entorno, significados que a su vez, requieren de la comprensión del todo así como de las partes que lo componen.

La construcción del conocimiento ha sido abordada, dentro de esta teoría, desde varios enfoques. Uno referido a la interacción del sujeto con el objeto de conocimiento (Piaget) y otro referido a la construcción del conocimiento en la interacción con otros sujetos (Vigotsky).

Según Piaget la adquisición del conocimiento se caracteriza por:

1. La existencia de una relación dinámica entre el sujeto y el objeto de conocimiento. En este sentido el sujeto es activo frente a lo real e interpreta la relación proveniente del entorno.
2. Construir conocimiento a partir de la reestructuración y reconstrucción, en la cual todo conocimiento nuevo se genera a partir de los otros previos. Lo nuevo se construye siempre a partir de lo adquirido y trasciende.
3. En esta teoría es el sujeto quien construye su propio conocimiento. Este no se produce sin una actividad mental constructiva propia e individual, que obedezca a necesidades internas vinculadas al desarrollo evolutivo.

Es evidente que muchos de los principios asumidos hoy por el constructivismo estaban ya presentes en la teoría piagetiana, no obstante, Vigotsky con su Modelo de aprendizaje Sociocultural, sostiene que los procesos de desarrollo y aprendizaje interactúan entre sí, considerando que el aprendizaje es un factor del desarrollo. Además, describe la adquisición del aprendizaje como una forma de socialización. Donde se concibe al hombre como una construcción más social que biológica y las funciones superiores son resultado del desarrollo cultural que implica el uso de algunos mediadores.

Es a partir de la relación entre desarrollo y aprendizaje que Vigotsky formula su teoría de la “Zona de Desarrollo Próximo”. En otras palabras, “la distancia entre el nivel de desarrollo, determinado por la capacidad para resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz”. [4]

Estos autores sustentan su enfoque constructivista proponiendo, que el conocimiento previo da origen a un conocimiento nuevo en la persona, de ésta manera, cada nueva información es asimilada y depositada en una red de conocimientos y experiencias que existen previamente en el sujeto. Se puede considerar entonces que el aprendizaje significativo hace parte de éste enfoque, entendiéndose éste, por el proceso de asimilación de un concepto, siendo este proceso a su vez la construcción del conocimiento.

Los conceptos base para el desarrollo de esta teoría son: el aprendizaje significativo (Ausubel), el mapa conceptual (Novak), es por tanto una teoría sumamente enriquecida en enfoques y metodologías en las que se busca el moldeamiento conceptual de la estudiante en lo referente a la cualificación progresiva de su estructura cognitiva.

Aprendizaje significativo (Ausubel):

La propuesta en su componente pedagógico se apoya en la teoría de la enseñanza aprendizaje de Ausubel, la cual explica como idea básica, que se debe reconocer en la estudiante las ideas previas llamadas por éste subsunsores en su estructura cognitiva, la cual puede ser enriquecida con la asimilación de conceptos nuevos mediante la presentación de material significativo.

Considerando la concepción del aprendizaje, las teorías constructivistas sostienen que las personas aprenden interactuando con los objetos y con otros sujetos en el marco de una cultura, en esa interacción los sujetos modifican la realidad (no literalmente sino atribuyéndole sentido) a la vez que se modifican los esquemas del sujeto, siendo los esquemas representaciones de una situación concreta o de un concepto que permite manejarlos internamente y enfrentarnos a situaciones iguales o parecidas en la realidad.

En este proceso de interacción con el objeto de conocimiento Ausubel concibe al aprendizaje, como significativo, en tanto es un proceso de adquisición de significados a través del establecimiento de relaciones sustantivas entre el conocimiento previo y el nuevo material de aprendizaje. Es por ello, que considera a la exposición organizada de contenidos como un instrumento muy eficaz para conseguir una comprensión adecuada

por parte de los estudiantes. En este sentido, sugiere seleccionar y estructurar los contenidos de modo que se pueda favorecer la comprensión, teniendo en cuenta, no sólo el punto de vista de la disciplina, sino considerando el nivel de dificultad que le ofrece al alumno.

Para Ausubel, aprender es sinónimo de comprender. Por ello, lo que se comprenda será lo que se aprenderá y recordará mejor porque quedará integrado a nuestra estructura de conocimientos. El papel que cumple la enseñanza del docente es fundamental para generar este tipo de aprendizajes ya que, la intervención pedagógica ayuda a generar y desarrollar los procesos de aprendizaje.

En nuestra labor docente muchas veces omitimos, por el trajín o por situaciones particulares del aula, que nuestros estudiantes poseen en sus estructuras cognitivas muchos elementos potenciadores de nuestra propuesta pedagógica, sirviendo de anclaje para la información que intentamos llevarle.

La idea básica de la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel es la de que si fuera posible aislar un único factor, como el más importante para el aprendizaje cognitivo, éste sería aquello que el aprendiz ya sabe, o sea, el conocimiento ya existente en su estructura cognitiva con claridad, estabilidad y diferenciación; consecuentemente, la enseñanza debería tener en cuenta tal conocimiento y, para eso, sería necesario averiguarlo previamente. El concepto-clave de la teoría es el propio concepto de aprendizaje significativo. Naturalmente, aprendizaje significativo es aprendizaje con significado [5].

En consecuencia los aspectos que se deben considerar para alcanzar un aprendizaje significativo son la disposición del estudiante, de manera que este abierto al cambio o modificación de su estructura cognitiva; el material a presentarle al estudiante, debe ser potencialmente significativo y en consecuencia debe tener significado lógico y psicológico, acorde a las necesidades del estudiante y su entorno; la estructura cognitiva del alumno, pues en ella debe haber ideas relevantes (subsunoers), las cuales serán enriquecidas al permitirse una relación con el conocimiento nuevo que se presenta. Los subsunoers de los estudiantes no serán considerados como un obstáculo para el aprendizaje sino como un vehículo para aprender y a partir de ellos, desarrollar ideas nuevas, indagar por lo que el estudiante conoce y desarrolla.

Mapa conceptual (Novak)

Una vez establecida la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, aparece el mapa conceptual, el cual ilustra la jerarquización de los conceptos subordinados y superordinados, presentados de forma tal, que la estudiante logra la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora de los mismos. Novak desarrolla el mapa conceptual bajo un enfoque constructivista, por ello cobra importancia el trabajo en equipo para la construcción y asimilación de conceptos.

Los mapas conceptuales son una herramienta para el aprendizaje, ya que permiten al docente construir con sus estudiantes y explorar en ellos los conocimientos previos y organizar, interrelacionar y fijar el conocimiento del contenido estudiado.

El ejercicio de elaboración de mapas conceptuales fomenta la reflexión, el análisis y la creatividad. Así mismo a través de la construcción de mapas conceptuales, el docente observa si realmente los estudiantes analizan, sintetizan y comprenden los nuevos temas.

Una vez considerados estos enfoques y teorías, se debe redireccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en la básica secundaria; no se trata de que la estudiante realice un aprendizaje mecánico, memorístico y repetitivo de los procesos matemáticos, sabiendo que no le han de permitir la asimilación de lo que ocurre realmente en su entorno o de las situaciones de su cotidianidad, que son precisamente las que estudia la física. Por esta razón, la enseñanza de la física debe verse enriquecida con el enfoque constructivista, propiamente con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel.

2.2.2 EI TUG-K

Para el análisis del estado de los conceptos se desarrolla la prueba TUG-K la cual consta de una serie de preguntas de selección múltiple con única respuesta, siendo muy utilizado en la evaluación de estudiantes de ingeniería como se referencia en varios

estudios para determinar la comprensión de los conceptos básicos del “Testing Understanding of Kinematik Graphs” (TUG-K).

2.2.3 El Factor de Hake

Hake encontró que los cursos en los que se utiliza algún método interactivo -basado en un programa educativo reformado con base en lo que se denomina Investigación Educativa en Física o, de sus siglas en inglés, PER (Physics Education Research) obtuvieron muy altas ganancias de aprendizaje en comparación con cursos tradicionales. Encontró también que en diferentes instituciones con diferentes resultados en exámenes de opción múltiple estandarizados, los cursos de Física con estructuras similares, alcanzan proporciones similares de ganancia de aprendizaje. Para medir esta ganancia de aprendizaje Hake define el factor g (y lo denomina *ganancia de aprendizaje normalizada*) de la siguiente forma:

$$g = \frac{\text{postest}(\%) - \text{pretest}(\%)}{100 - \text{pretest}(\%)}$$

en donde el $\text{postest}(\%)$ y $\text{pretest}(\%)$ corresponden promedio del % de respuestas correctas de todo el curso para el pretest y posttest, respectivamente. La ganancia normalizada permite comparar el grado de logro de la estrategia educativa en distintas poblaciones, independientemente del estado inicial de conocimiento. Es una medida intensiva de la ganancia obtenida y muy útil para comparar, por ejemplo, estudiantes secundarios con universitarios o de distintas instituciones. Hake (1998) además propone categorizar en tres zonas de ganancia normalizada: baja ($g \leq 0,3$), media ($0,3 < g \leq 0,7$) y alta ($g > 0,7$) [6].

2.2.4 Los Mapas Conceptuales

Los mapas conceptuales son diagramas que indican relaciones entre conceptos, o entre palabras que usamos para representar conceptos [7], no obstante, suelen confundirse con otro tipo de gráficos como los diagramas de flujo, los organigramas y las redes semánticas, diferenciándose de estas últimas en que los mapas conceptuales no implican una temporalidad o direccionalidad, tampoco una jerarquía de poder ni requieren estrictamente del uso exclusivo de conceptos.

En estos mapas los conceptos están unidos por líneas que indican, desde el punto de vista de quien construye el mapa, la existencia de algún tipo de relación entre ellos. Dichas líneas pueden ser flechas en el caso en que se quiera especificar el sentido en una relación, pero no es absolutamente necesario. Se debe escribir una o dos palabras sobre las líneas para indicar el sentido de la relación entre los conceptos.

Otro aspecto importante de los mapas conceptuales es la jerarquía; si bien en muchos mapas se parte de un concepto más general y se extiende a conceptos más específicos, no es una regla hacerlo de esta forma, aunque siempre debe quedar claro cuáles son los principales y cuáles los secundarios.

Lo importante es que el mapa sea un instrumento capaz de poner en evidencia los significados atribuidos a los conceptos y relaciones entre conceptos en el contexto de un cuerpo de conocimiento, de una disciplina, de una materia de enseñanza. [8]

Los mapas conceptuales se basan en el aprendizaje significativo de Ausubel, aunque fue Novak, apoyado en sus postulados, quien propuso esta herramienta para apoyar el desarrollo de la labor pedagógica basada en dicha teoría.

Los mapas conceptuales fueron desarrollados para promover el aprendizaje significativo. El análisis del currículo y de la enseñanza bajo un enfoque ausubeliano, implican, en términos de significados: 1) identificar la estructura de significados que es aceptada en el contexto de la materia de enseñanza; 2) identificar los subsunsores (significados) necesarios para el aprendizaje significativo de la materia de enseñanza; 3) identificar los

significados preexistentes en la estructura cognitiva del aprendiz; 4) organizar secuencialmente el contenido y seleccionar los materiales curriculares, usando las ideas de la diferenciación progresiva y de la reconciliación integrativa como principios programáticos; 5) enseñar usando organizadores previos, para hacer puentes entre los significados que el alumno ya tiene y los que precisaría tener para aprender significativamente la materia de enseñanza, así como para establecer relaciones explícitas entre el nuevo conocimiento y aquel ya existente y adecuado para dar significados a los nuevos materiales de aprendizaje. [9]

Cabe anotar que los mapas conceptuales no pueden ser calificados como correctos o incorrectos, pues estos son una imagen de las relaciones que los individuos establecen entre diferentes conceptos. Lo que se puede evidenciar mediante un mapa es el significado que tiene el sujeto de un concepto mediante la apreciación de las conexiones establecidas en el mismo gráfico. También se puede apreciar si el estudiante está aprendiendo significativamente la temática.

2.2.5 Elementos básicos de la cinemática rectilínea

2.2.5.1 Definiciones básicas

Partícula: Es un punto material. Cuando un cuerpo es considerado como una partícula, es porque se le desprecian sus dimensiones geométricas y no hay interés en su estructura interna.

Marco de referencia:

Un marco de referencia comprende:

- a) Un cuerpo rígido (o conjunto de cuerpos rígidamente unidos entre sí) respecto al cual se puede determinar la posición o el cambio en posición de un objeto cuyo movimiento quiere estudiarse.*
- b) Un marco de referencia comprende también relojes que permiten la ubicación temporal de los sucesos o acontecimientos.*

Sistema de coordenadas: Es un conjunto de valores y puntos que permiten definir unívocamente la posición de cualquier punto de un espacio euclídeo o más generalmente variedad diferenciable. Este se fija a un marco de referencia.

El sistema de coordenadas cartesianas se define por dos o tres ejes ortogonales igualmente escalados, dependiendo de si es un sistema bidimensional o tridimensional.

Trayectoria: Es la línea imaginaria que describe la partícula en su movimiento. En la figura 1 se ilustran ejemplos de varias trayectorias. Se acostumbra clasificar los movimientos de acuerdo a la trayectoria seguida por la partícula: si la trayectoria es rectilínea se le denomina movimiento rectilíneo, si es circular, movimiento circular,...



Figura 1. Tipos de Trayectoria

Posición: Dado un sistema de coordenadas, a cada posición de la partícula le corresponde una coordenada y solamente una. Así cuando la partícula está en la posición A le corresponde la coordenada (x_1, y_1) y cuando está en la posición B le corresponde la coordenada (x_2, y_2) , ver figura 2. La posición de una partícula se puede representar como un vector cuyo punto inicial ("cola") está en el origen del sistema de coordenadas y cuyo punto final ("cabeza") está en el punto correspondiente a su posición. Este vector lo denotaremos con el símbolo \vec{r} . En la figura ilustramos esta definición. En la figura se observa que a la posición A le corresponde el vector posición \vec{r}_A y a la posición B le corresponde el vector posición \vec{r}_B .

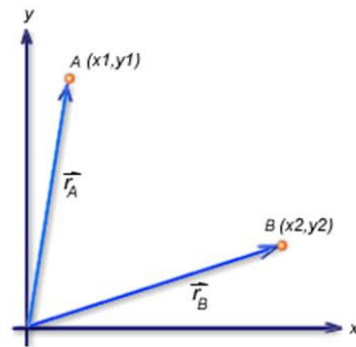


Figura 2. Posición de un punto

En la figura 3 se ilustra para el caso del movimiento rectilíneo.



Figura 3. Posición en un movimiento rectilíneo

Desplazamiento: Al cambio de la posición de la partícula se le denomina desplazamiento, $\Delta \vec{r}$. Es decir, el desplazamiento es la resta vectorial entre el vector posición final y el vector posición inicial:

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_B - \vec{r}_A$$

En la figura 4 se ilustra la operación. Es de anotar que como el desplazamiento es la resta de dos vectores, debe ser también un vector. De la misma figura 4 se puede observar que el desplazamiento es un vector trazado desde la posición inicial hasta la posición final.

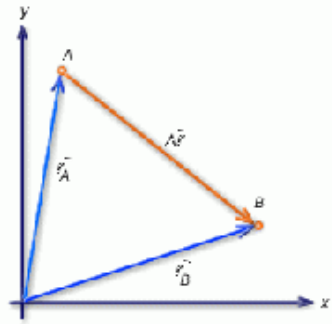


Figura 4. Desplazamiento de una partícula

De la definición de desplazamiento se puede concluir que éste no depende de la trayectoria seguida por la partícula, sino que sólo depende del punto de partida y del punto de llegada. La figura 5 nos ilustra esta importante afirmación. En esta figura, tres partículas tienen el mismo desplazamiento siguiendo trayectorias diferentes.

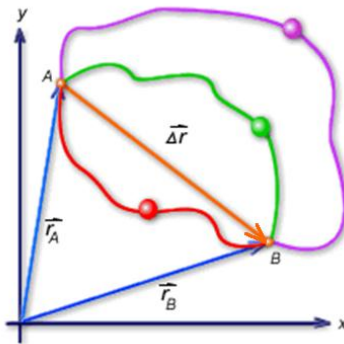


Figura 5. Desplazamiento independiente de trayectoria

Tanto el vector posición \vec{r} como el vector desplazamiento $\Delta\vec{r}$ tienen como ecuación dimensional L . Es decir, esas dos magnitudes se miden en unidades de longitud. Específicamente en el *MKS* se miden en metros (m).

En la figura 6 se representa una situación para el caso del movimiento rectilíneo.

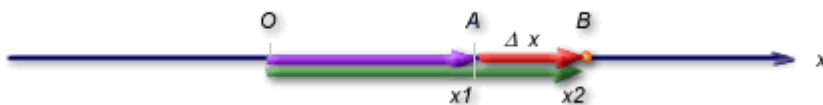


Figura 6. Desplazamiento en el movimiento rectilíneo

Velocidad Media: La velocidad media es la razón entre el desplazamiento y el lapso de tiempo en que se realizó. De su definición se obtiene que su unidad de medida en el Sistema Internacional (SI) es el cociente entre la unidad de medida de longitud y de tiempo, esto es m/s. que se lee metros por segundo. La velocidad media es independiente de la trayectoria en el movimiento desde A hasta B y es un vector que tiene la misma dirección y sentido del desplazamiento.

Para el caso del movimiento rectilíneo la velocidad media se define así:

$$\bar{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_f - \vec{x}_i}{t_f - t_i}$$

Si se considera que el intervalo de tiempo Δt , se puede hacer cada vez más y más pequeño, de tal manera que el instante final t_f tiende a coincidir con el instante inicial t_i , entonces se dice que el intervalo de tiempo tiende a cero, o sea $\Delta t \rightarrow 0$ y la velocidad así definida es la llamada *velocidad instantánea*. Esta es siempre tangente a la trayectoria de la partícula.

Rapidez: Se define como rapidez instantánea a la magnitud o valor numérico del vector velocidad, por lo tanto es siempre positiva.

Aceleración Media: La aceleración media es la razón entre el cambio de la velocidad instantánea y el lapso de tiempo en que se realizó. Es un vector y su unidad de medida en el SI es el resultado de dividir la unidad de medida de velocidad y la de tiempo, esto es m/s^2 . Tiene la misma dirección y sentido del cambio de velocidad. Para el caso del movimiento rectilíneo se escribe,

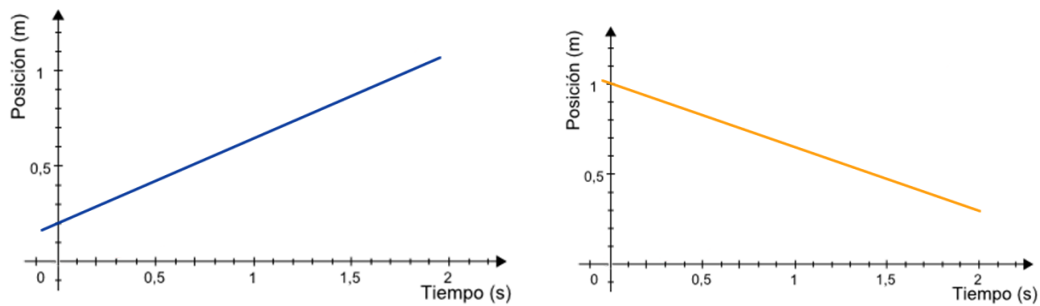
$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

Si se considera que el intervalo de tiempo Δt , se puede hacer cada vez más y más pequeño, o sea $\Delta t \rightarrow 0$, se obtiene la denominada *aceleración instantánea*. Es un vector que siempre apunta hacia la concavidad de la trayectoria.

2.2.5.2 Análisis gráfico

Estudiar un movimiento a través de los gráficos de posición vs tiempo, velocidad vs tiempo y aceleración vs tiempo que lo caracterizan, resulta bastante útil y práctico para determinar el tipo de situación que se presenta.

Si se tiene una gráfica de posición vs tiempo y es una línea recta, entonces se trata de un movimiento uniforme. En este caso, la pendiente de la misma determina la velocidad del movimiento, por tanto, si la pendiente es positiva, la velocidad es positiva y si la pendiente es negativa, la velocidad también lo será.



Si la gráfica es una curva, entonces es un movimiento uniformemente variado. En este caso hay dos variantes, si la curva es cóncava hacia arriba, el movimiento es acelerado y si es cóncava hacia abajo, el movimiento es retardado.

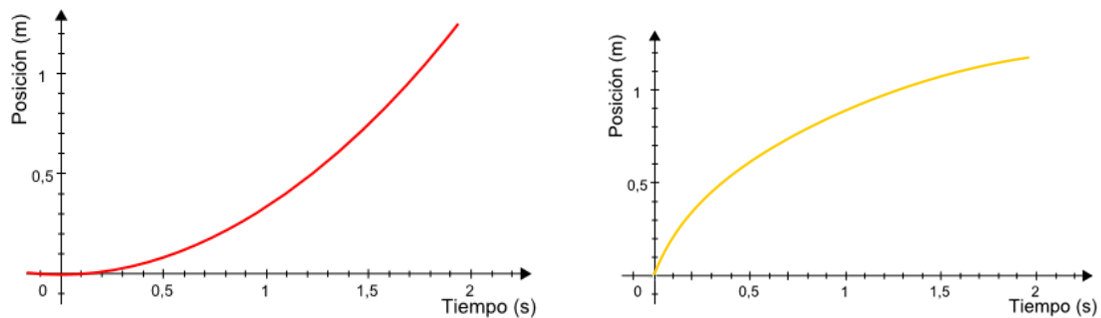


Figura 7. Gráfica Posición vs Tiempo

En una gráfica de velocidad vs tiempo la pendiente representa la aceleración y el punto de corte de la línea con el eje vertical es la velocidad inicial. En un movimiento uniforme la pendiente es cero puesto que la velocidad es constante, pero en movimientos variados la pendiente de la recta es distinta de cero.

Se tiene entonces que:

- Si la aceleración es constante, la pendiente es constante (línea recta).
- Si la aceleración es cero, la pendiente es cero (línea recta horizontal).
- Si la aceleración es positiva, la pendiente es positiva (la línea es ascendente).
- Si la aceleración es negativa, la pendiente es negativa (la línea es descendente).

Gráfica v vs t

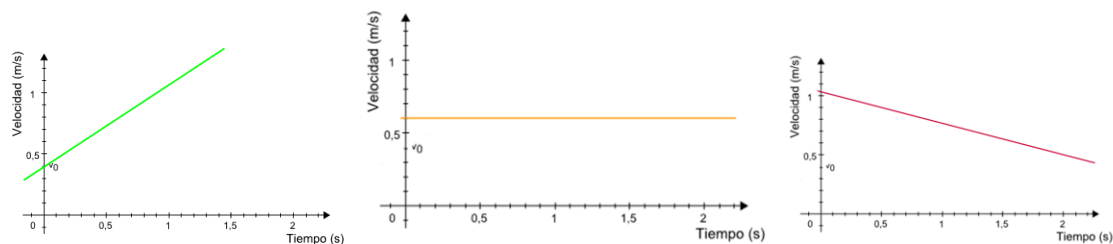
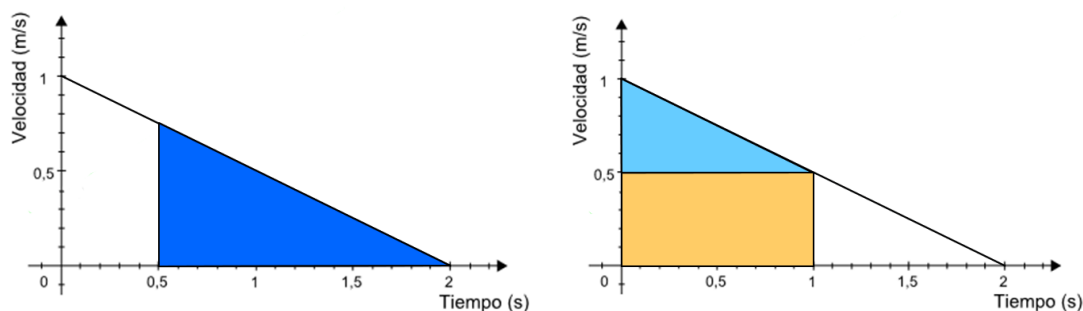


Figura 8. Gráfica Velocidad vs Tiempo

Las gráficas de velocidad vs tiempo también pueden ser utilizadas para encontrar el desplazamiento y la longitud recorrida por un móvil. Esto se hace calculando el área comprendida entre la línea y el eje horizontal del plano.



Por tanto, encontrar el desplazamiento o la longitud recorrida se reduce a aplicar elementos básicos de la geometría.

Para hallar la distancia recorrida se adicionan las áreas sin considerar su signo, mientras que para determinar el desplazamiento sí se consideran los correspondientes signos. *Revise este párrafo por que con respecto a la gráfica no es claro, existe la posibilidad de quitarlo, a veces en este tipo de trabajos no es necesaria mucha información pues se aumenta el riesgo del error.*

En el movimiento uniformemente variado, la aceleración siempre es contante, la cual se representa con una línea recta horizontal.

Gráfica a vs t

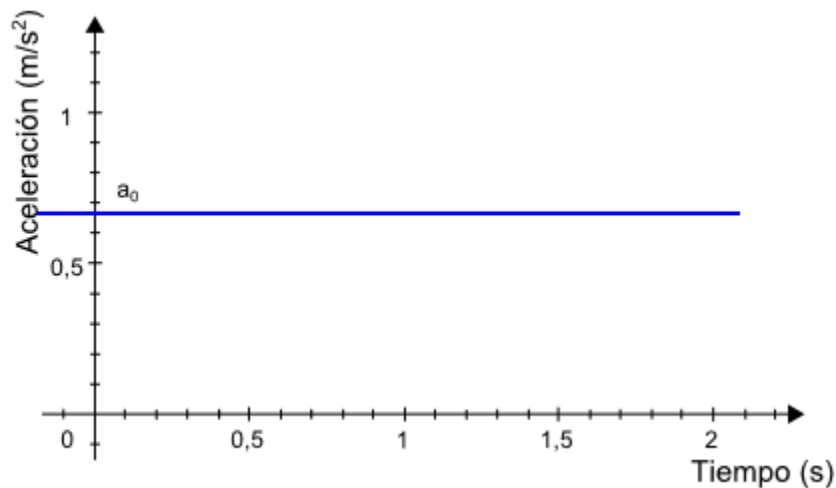


Figura 9. Gráfica Aceleración vs Tiempo

2.2 Antecedentes del Tema.

En 1987 Lillian McDermott y otros investigadores de la Universidad de Washington realizaron un estudio en el que identificaron que un gran obstáculo para el entendimiento de gráficas en cinemática era la interpretación del concepto de área bajo la curva relacionada con velocidad. En dicho estudio se señala que las dificultades de comprensión no deben ser atribuidas únicamente a una inadecuada preparación en matemáticas, sino también a la escasa habilidad para establecer conexiones entre una representación gráfica y el concepto físico asociado. Reiteran también que para que el alumno cuente completamente con la habilidad de relacionar gráficas con una pieza de

conocimiento específica de cinemática, debe ser capaz de partir bidireccionalmente entre la representación y el movimiento en cuestión para generar la información requerida, recurriendo a los conceptos matemáticos necesarios para ser instruido en cinemática.

El análisis de los errores de graficación identificados en este estudio, indica que muchos son una consecuencia directa de la incapacidad para hacer conexiones entre la representación gráfica y el tema que representa. [10]

En su estudio McDermott entrevistó a muchos estudiantes, los cuales fueron capaces de proporcionar una definición aceptable de velocidad; además los investigadores encontraron que aquellos no entienden el concepto lo suficiente como para determinar el procedimiento que podrían utilizar en una situación real. A partir de otras demostraciones y entrevistas concluyeron que algunos estudiantes no son capaces de distinguir entre los conceptos de velocidad y cambio de velocidad y que para ellos la palabra “sobre” frecuentemente es usada para definir aceleración sin referirse a la relación entre el numerador y el denominador de la expresión $\Delta v / \Delta t$. [11]

En estudios posteriores se ratificaron las dificultades encontradas por McDermott en su investigación, se identificaron las habilidades con menor dominio de los estudiantes que contaron con instrucción en cinemática, siendo éstas las asociadas a la aplicación del concepto de área bajo la curva, específicamente la obtención de la posición a partir de una gráfica de velocidad y la obtención de una gráfica de cambio de velocidad a partir de una gráfica de aceleración. [12]

Sin embargo, otras investigaciones hacen referencia a la importancia de garantizar la comprensión de los conceptos básicos de la cinemática (posición, tiempo, velocidad y aceleración), pues reconocen que son difíciles de entender y dependen en gran medida de concepciones previas de los estudiantes. [13]

Otros autores parten de los aspectos que deben discutirse en las clases de cinemática en las instituciones educativas, mencionando entre ellos tres en los cuales debe hacerse especial énfasis, en primer lugar en la cinemática la descripción de movimientos es relativa, en segundo lugar es una temática donde se puede trabajar fuertemente con gráficas y por último, en la cinemática es

posible, en principio, describir el movimiento sin ecuaciones para después enriquecerlo con elementos matemáticos básicos.

Analizando un poco más el aspecto referente a las gráficas, aflora el uso de las mismas como herramientas para reconocer la relación de dependencia entre variables, lo que implica leer, codificar y decodificar información. Se dice también que trabajar con gráficos simultáneos propende a evitar la mecanización de la interpretación, pues el planteo de más de un gráfico requiere que el estudiante analice la información y piense la respuesta en función de lo que se está graficando.[14]

Es por todas las dificultades en la enseñanza de la cinemática que se requiere de docentes dispuestos a realizar y asumir cambios en todos los niveles, estos tendrán que aprender a lidiar ciertos tipos de problemas de mayor complejidad y a la vez ser más flexibles [15].

3. Metodología

Una de las condiciones para el aprendizaje significativo es que “el estudiante debe presentar disposición para aprender de una forma significativa” por tanto se hizo la invitación para que de forma voluntaria el grupo participara como población muestra en las actividades de la propuesta. Al hacer la presentación, se notó mejor acogida por parte del grupo 10-1, por tanto ellos sirvieron como grupo muestra y 10-2 como grupo de control.

Para evaluar el estado inicial del grupo con respecto a los conceptos de la cinemática rectilínea, se realizó una actividad al aire libre, donde se les pedía observar varias situaciones que implicaban el movimiento de objetos o personas y que las representaran gráficamente. Todo esto sin haber trabajado previamente las definiciones de los conceptos básicos de la cinemática, con el objetivo de identificar la terminología utilizada para describir los hechos. Posteriormente se aplicó el TUGK como pretest para medir mediante un cuestionario estandarizado internacional el estado de los preconceptos. (ver Anexo 1).

Se pusieron en marcha las actividades de la propuesta. En la primera actividad se abordaron los conceptos básicos y se estableció un protocolo para la solución de problemas.

En la segunda parte se realizaron actividades basadas en situaciones cotidianas para identificar los preconceptos sobre la competencia de describir gráficas cinemáticas, acompañadas de algunas simulaciones para familiarizar al estudiante con el software utilizado en la propuesta (PhysicSensor) y algunos ejercicios de conceptualización basados en situaciones reales.

En la tercera parte se pasó al laboratorio para realizar cinco prácticas en las que el estudiante debía elaborar e interpretar las gráficas respecto al tiempo de las variables de la cinemática lineal, a través de datos obtenidos de experimentos simulados.

En una cuarta parte, los estudiantes desarrollaron un taller que contenía varias situaciones que exigían un tratamiento gráfico para su solución, apoyados en algunas simulaciones. Después de esto, en la quinta parte, realizó una práctica real de laboratorio, en la cual se debía medir la aceleración de la gravedad para elaborar e interpretar las gráficas a partir de datos obtenidos de experimentos reales.

Al terminar la actividad de laboratorio, se presentó un nuevo taller con ejercicios clásicos, extraídos de los libros de texto que se manejan en la institución.

Para finalizar, se aplicó nuevamente el TUGK a manera de postest para medir la ganancia de aprendizaje mediante el índice de hake, lo cual se acompañó con la elaboración de mapas conceptuales y entrevistas a los estudiantes participantes en la propuesta.

El cuestionario PRE y POSTEST corresponde a 12 preguntas del TUGK. En la tabla 2 se especifican estas preguntas y en la tabla 3 se clasifican por objetivos a evaluar. La duración es de 50 minutos.

Tabla 2: Correspondencia de las preguntas del cuestionario elegido con la numeración en el TUGK

PREGUNTA CUESTIONARIO APLICADO	PREGUNTA TUGK	RESPUESTA	CONCEPTO	ACCIÓN
1	2	E	Aceleración	Pendiente de la gráfica v vs t
2	3	D	Velocidad	Pendiente de la gráfica x vs t
3	4	D	Desplazamiento ("Distancia")	Área de la gráfica v vs t
4	5	C	Velocidad	Pendiente de la gráfica x vs t
5	8	D	Velocidad	Pendiente de la gráfica x vs t
6	9	E	Velocidad y aceleración	Forma de la gráfica x vs t
7	12	B	MU	Las tres gráficas
8	16	D	Cambio de velocidad	Área bajo la gráfica a vs t
9	18	B	Desplazamiento ("Distancia")	Área de la gráfica v vs t
10	19	C	MUV	Las tres gráficas
11	20	E	Desplazamiento ("Distancia")	Área de la gráfica v vs t
12	21	A	Velocidad y aceleración	Gráfica de v vs t

Tabla 3: Clasificación por preguntas con base en los objetivos planteados en el TUGK

ETIQUETA DEL OBJETIVO	OBJETIVO	NÚMERO DE PREGUNTA DEL CUESTIONARIO
O1	Dado el gráfico de x vs t determinar la velocidad	2, 4, 5, 6, 7, 10
O2	Dado el gráfico de v vs t determinar la aceleración	1, 7, 10, 12
O3	Dado el gráfico de v vs t determinar el desplazamiento	3, 9, 11
O4	Dado el gráfico de a vs t determinar el cambio de velocidad	8, 7, 10, 12
O5	Dada una gráfica cinemática seleccionar una equivalente	7,10
O6	Dado un gráfico de cinemática seleccionar la descripción textual	2, 5, 12
O7	Dada la descripción textual del movimiento seleccionar el gráfico correspondiente	6, 7, 10

4. Aplicación de la propuesta

4.1 Elección del grupo para el desarrollo de la propuesta

La Institución Educativa Félix Henao Botero cuenta con dos grupos en el décimo grado, por lo cual, para determinar el grupo que participaría en el trabajo propuesto, se realizó una presentación de las actividades diseñadas y la metodología de trabajo. Posteriormente, se realizó un sondeo entre los grupos para averiguar si estarían dispuestos a realizar dichas actividades. En el grupo 10-1 un 90% de los estudiantes estuvo de acuerdo en participar, mientras que en 10-2 sólo un 50% se mostró dispuesto a hacerlo. A partir de esto, se designó a 10-1 como grupo experimental y a 10-2 como grupo de control.

4.2 Aplicación del Pretest

La prueba diseñada como pre y post test está formada por 12 preguntas extraídas del TUGK original (ver anexo) elegidas de acuerdo con las necesidades de la propuesta. Dicha prueba fue realizada en un tiempo de 50 minutos por los estudiantes de ambos grupos, el experimental y el de control, en salones contiguos, en los que se contó con la colaboración de los docentes del área de ciencias naturales para realizar la actividad. Es de anotar la inmensa colaboración de los estudiantes, puesto que en el momento en que se aplicó la prueba, se encontraban en medio de una huelga, originada por los cambios en la planta docente y la falta de profesores para cubrir otras algunas asignaturas. No obstante, el cuestionario se aplicó con una muy buena asistencia.

4.3 Tiempo de desarrollo de la propuesta

El tiempo presupuestado para desarrollar la propuesta en la institución fue de 8 semanas, de las cuales se invertirían 4 en la aplicación de los módulos. Las sesiones de trabajo variaban entre 2 y 6 horas de clase, para un total de 24 horas, sin embargo fue necesario

invertir prácticamente el doble del tiempo por varios factores que retardaron el proceso, primero la base conceptual de los estudiantes, segundo las actividades extracurriculares programadas por la institución y tercero la situación de orden público de la comuna.

Cabe aclarar que la asignación académica para física es de tres horas semanales por lo cual fue necesario tomar horas de matemáticas y química para realizar las actividades. También se dispuso de varias sesiones extra clase de trabajo en el laboratorio de física y se dio la posibilidad de utilizar este espacio en las horas libres de los estudiantes.

4.4 Aplicación de la propuesta de trabajo

4.4.1 Módulo uno

El objetivo del primer módulo era construir los conceptos fundamentales de la cinemática: marco de referencia, sistema de coordenadas, posición, desplazamiento, distancia recorrida, trayectoria, instante, intervalo de tiempo, velocidad, cambio de velocidad y aceleración. Para ello se realizaron actividades fuera del salón de clase en las cuales los estudiantes pudieron observar su entorno e identificar los conceptos mencionados anteriormente al observar el movimiento de otros compañeros y de objetos del medio. El desarrollo de las actividades se dio en torno a preguntas orientadoras y videos, lo que fue muy motivante para ellos, puesto que presentaban situaciones que ellos habían visto en películas pero que nunca habían analizado físicamente y otras que desconocían totalmente, pero que les resultaron llamativas. En esta parte elaboraron mapas conceptuales que permitieron evidenciar algunos aspectos importantes en las concepciones de los estudiantes.

4.4.2 Módulo dos

En la puesta en marcha del segundo módulo, cuyo objetivo era describir las gráficas respecto al tiempo de las magnitudes de la cinemática lineal, se obtuvo gran receptividad por parte de los estudiantes, pero se hizo notoria la falencia en cuanto a la construcción de gráficos cartesianos. Fue necesario incluir en el trabajo del módulo una retroalimentación sobre funciones lineales y cuadráticas y sus características puesto que los estudiantes no reconocían sus gráficas. Se trabajó en torno a simulaciones que construían las gráficas de distintos tipos de movimiento. En esta parte de la propuesta también se realizó un taller con los estudiantes que tenía una orientación meramente gráfica.

4.4.3 Módulo tres

En el tercer módulo se dio inicio al trabajo en el laboratorio, el objetivo de esta era elaborar e interpretar gráficas respecto al tiempo de las variables cinemáticas a través del apoyo tanto en un taller que presenta numerosas situaciones suficientemente variadas, como en simulaciones. En esta parte se invirtió la mayor parte del tiempo, en primer lugar para familiarizar los estudiantes con el manejo del software (Physic Sensor, Java y MS Excel) y de las simulaciones diseñadas para la propuesta, en segundo lugar explicando el contenido de las guías de trabajo puesto que evidenciaron grandes problemas con la lectura, por lo cual en casi todas las sesiones de trabajo, se realizó una lectura grupal de la guía antes de comenzar la actividad y en tercer lugar, con el manejo del papel milimetrado y la graficación en el mismo, puesto que se les dificultaba el manejo de escalas adecuadas para la representación de los datos obtenidos en las simulaciones.

A pesar de disponer de varias horas de clase adicionales para desarrollar el trabajo (como fue el caso de las clases de matemáticas y química), el tiempo no fue suficiente, por tanto se implementó un grupo en Facebook mediante el cual se compartió el material de trabajo y se prestó asesoría a los estudiantes para su trabajo extraclase. Este fue de gran ayuda, sin embargo muchos de los estudiantes no tenían acceso a internet en sus casas, por lo que se decidió abrir el laboratorio durante toda la jornada de clase para que ellos pudieran adelantar su trabajo. Cabe aclarar que la colaboración de los demás compañeros docentes fue vital, pues permitieron que los estudiantes salieran de sus clases (de todas las áreas) para ir al laboratorio a trabajar. Otro aspecto a resaltar, fue el interés demostrado por un alto número de alumnos, pues se tomaban el trabajo buscar al docente para que abriera el laboratorio de física por su propia iniciativa.

En tres ocasiones se programaron, en jornada extracurricular, sesiones de trabajo en la institución para ponerse a la orden del día con las actividades. Si bien la asistencia no fue total, en las tres sesiones hubo más de un 70% de los estudiantes.

4.4.4 Módulo cuatro

En el cuarto módulo se trabajó un taller diseñado para abordar las situaciones que en él se incluían desde el análisis gráfico. Dicho taller estaba compuesto por siete situaciones en las cuales el estudiante debía seguir el protocolo acordado en la primera parte y después, a partir de información contenida en algunas gráficas, debía responder varias preguntas y construir otras gráficas. Este trabajo también tomó más tiempo de lo esperado, puesto que los grupos con que inicialmente se contaba 10-1 y 10-2 fueron reformados para definir un nuevo grupo que participaría del convenio de media técnica con el SENA. A partir de este momento, en cada sesión de trabajo fue necesario dividir el grupo en dos subgrupos, los que hacían parte del grupo experimental y los que hacían parte del grupo de control. Los primeros trabajaron en el laboratorio

de física y los segundos, paralelamente, en el salón de clase. Al grupo experimental se le daba la orientación inicial, se le entregaba el taller y se le dejaba trabajando mientras se daba la explicación teórica en el grupo de control y se asignaba una actividad para desarrollar en la clase, después de esto se volvía al grupo experimental para revisar las dudas sobre la actividad y establecer los parámetros para iniciar la siguiente sesión.

4.4.5 Módulo cinco

En el quinto módulo se desarrolló una práctica de laboratorio real cuyo objetivo era medir la aceleración de la gravedad, pero por cuestiones de orden público en la comuna, sólo la tercera parte del grupo de control asistió a la misma. Los estudiantes no podían asistir a clase puesto que se establecieron algunos límites que no podían cruzar sin poner en peligro sus vidas. Por cuestiones de tiempo, no fue posible reprogramar la práctica de laboratorio.

4.4.6 Módulo seis

En el sexto y último módulo se planteó un taller de cinco ejercicios extraídos de un texto de física de grado 10, para realizar en la clase de dos formas, primero a través del análisis gráfico y segundo mediante el uso de fórmulas. El gran limitante en esta parte fue la baja asistencia de los estudiantes por el mismo conflicto mencionado anteriormente. Durante la semana de aplicación de esta sección, faltó a clase entre el 40% y el 60% de los estudiantes, tanto del grupo experimental como del grupo de control. Sólo un 40% del grupo experimental realizó el taller en clase, y cerca de 20% de los estudiantes de grado décimo fueron desescolarizados, a solicitud de sus padres, por cuestiones de seguridad.

4.5 Aplicación del postest

En la aplicación del postest, la constante fue la misma, baja asistencia. Aunque se había calmado un poco la situación, varios estudiantes se habían retirado de la institución y otros continuaban desescolarizados. Igual que en el pretest, la prueba se realizó de manera simultánea en dos salones con la colaboración de los docentes de química e inglés. En esta prueba se pudo notar que los estudiantes invirtieron más tiempo que en el pretest, sólo 6 estudiantes entregaron el test antes de 20 minutos, mientras que en el pretest este número superó los 12 alumnos.

5.Resultados y análisis

Al finalizar la práctica ambos grupos, el experimental y el de control contaban con 29 estudiantes cada uno, por tanto sólo estos fueron tenidos en cuenta en el análisis de los resultados. Los demás estudiantes cambiaron de institución o no pudieron terminar el proceso por problemas de orden público mencionados anteriormente. Para analizar los resultados de la misma, se calculó el índice de Hake con el objetivo de medir nivel de ganancia de aprendizaje (en ambos grupos) una vez aplicada la propuesta.

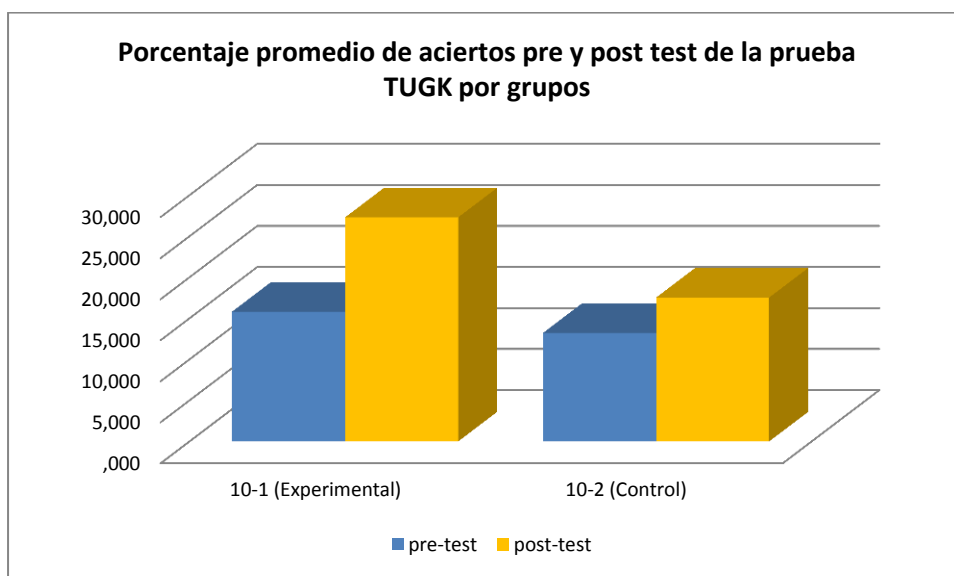


Gráfico 1: Porcentaje promedio de aciertos pre y post test de la prueba os

Se puede observar una mejoría en los porcentajes de aciertos de la última prueba con respecto al pretest en ambos grupos, sin embargo el grupo experimental muestra mayor rendimiento como consecuencia de la aplicación de la propuesta.

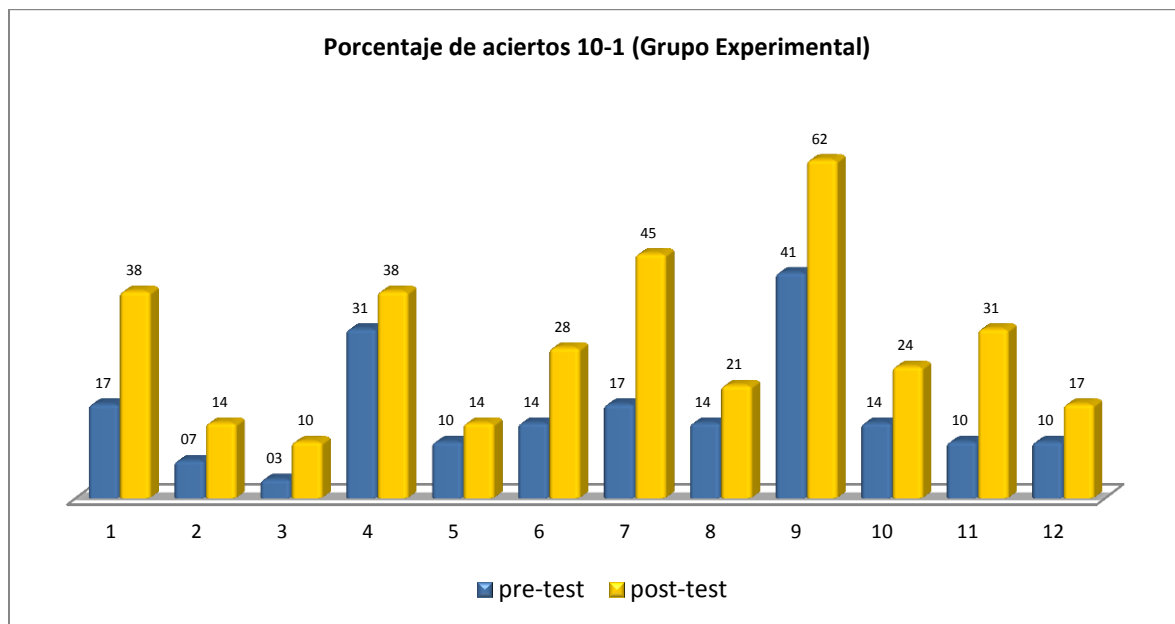


Gráfico 2: Porcentaje de aciertos 10-1 (Grupo experimental)

Los resultados de la prueba para el grupo experimental muestran mejoría en los porcentajes de aciertos de todas las preguntas, especialmente en las preguntas 7 y 11 en las que se indaga por la habilidad para hallar el desplazamiento de un móvil a partir de un gráfico de velocidad contra tiempo.

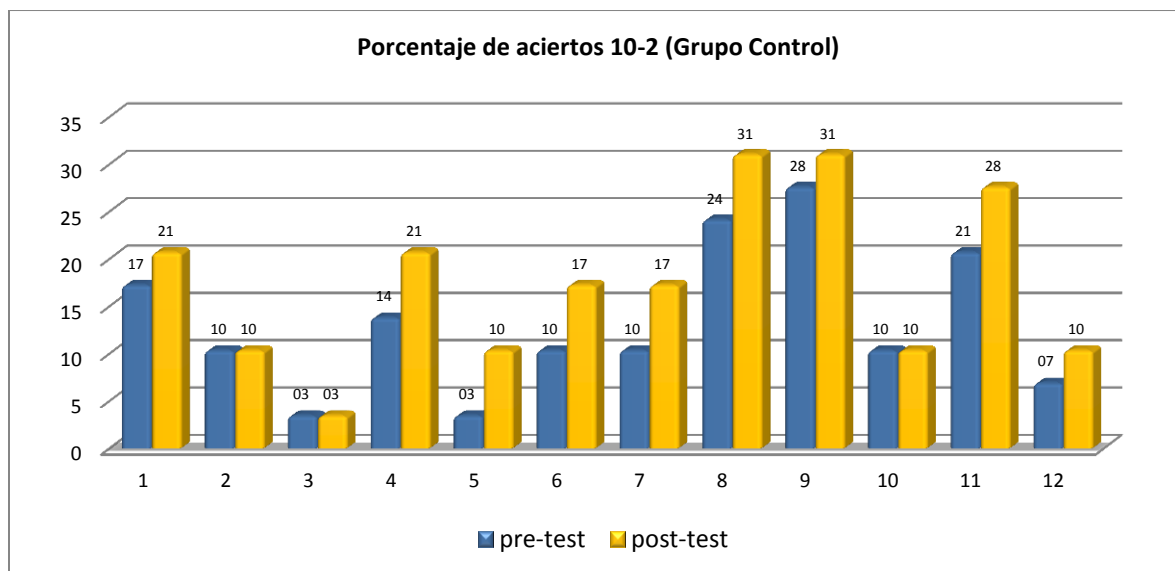


Gráfico 3: Porcentaje de aciertos 10-2 (Grupo control)

En el grupo de control también se presenta un aumento en la mayoría de los porcentajes de acierto, no obstante, en tres de las preguntas no se obtuvo cambio alguno y en aquellas en que si lo hubo, este fue muy bajo.

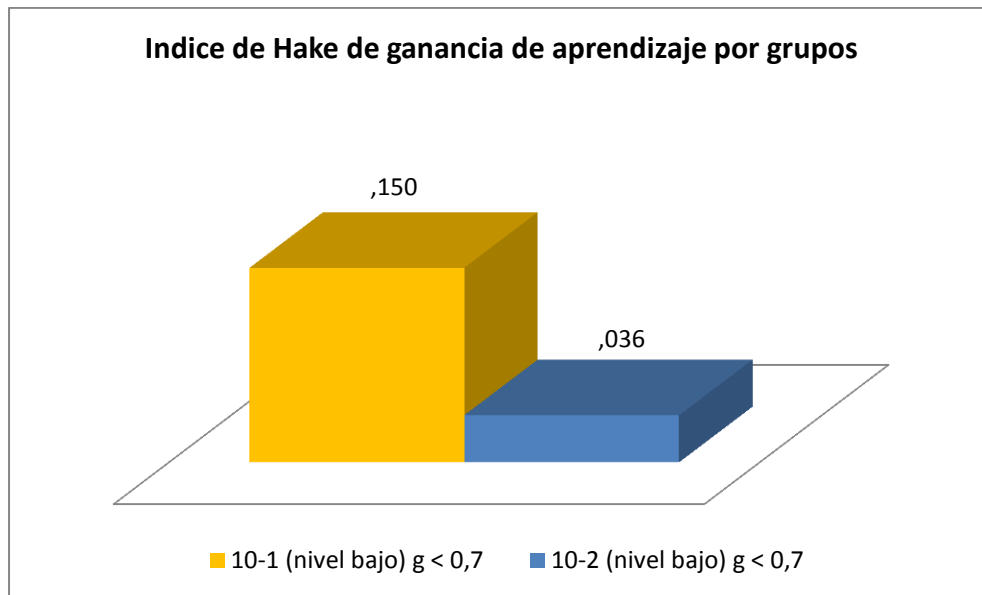


Gráfico 4: Índice de Hake por grupos

Tabla 4: Factor de Hake global. Entre paréntesis está la desviación estándar

GRUPO	% PRETEST	% POSTEST	FACTOR DE HAKE	NIVEL DE GANANCIA DE APRENDIZAJE
10-1	15,80 (1,32)	27,30 (1,19)	0,14	BAJO
10-2	14,37 (1,15)	17,53 (1,14)	0,05	BAJO

El índice de Hake de ambos grupos muestra una ganancia de aprendizaje ubicada en el nivel bajo. A pesar de ello, el grupo experimental tuvo unos resultados mayores a los del grupo de control con una diferencia de 0,11 unidades. El nivel de ganancia para el grupo de control fue muy bajo con tan solo 0,04.

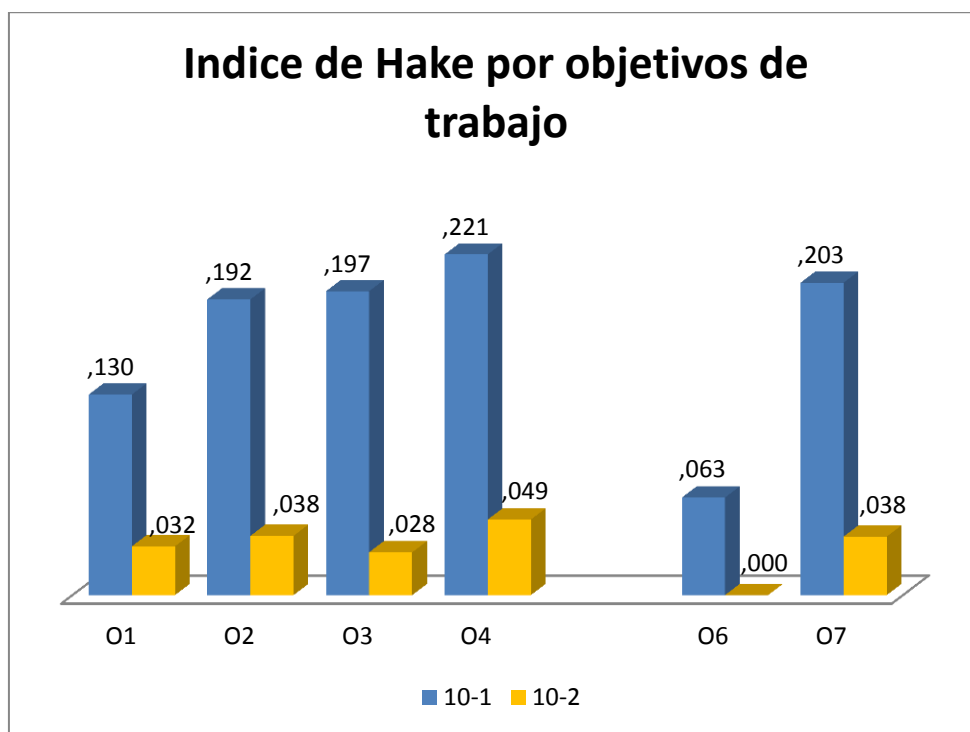


Gráfico 5: Índice de Hake por objetivos de trabajo

Al observar el rendimiento de los estudiantes según los objetivos de trabajo planteados se notan diferencias superiores a las 15 unidades en 5 de los siete objetivos entre el grupo de control y el experimental. En los dos objetivos restantes la diferencia estuvo entre 6 y 10 unidades, lo que muestra una ganancia de aprendizaje bajo y una dificultad mayor en el grupo de control para seleccionar descripciones textuales para gráficos cinemáticos dados.

Tabla 5: Factor de Hake por objetivos para 10-1(grupo experimental). Entre paréntesis está la desviación estándar

GRUPO	% PRETEST	% POSTEST	FACTOR DE HAKE	NIVEL DE GANANCIA DE APRENDIZAJE
O1	16,09 (0,47)	27,01 (0,49)	0,13	Bajo
O2	14,66 (0,38)	31,03 (0,49)	0,19	Bajo
O3	18,39 (0,19)	34,48 (0,31)	0,20	Bajo
O4	18,10 (0,35)	36,21 (0,44)	0,22	Bajo
O6	9,20 (0,31)	14,94 (0,38)	0,06	Bajo
O7	14,94 (0,35)	32,18 (0,45)	0,20	Bajo

El grupo experimental no tuvo niveles de ganancia de aprendizaje medios, sin embargo en 3 de los 6 objetivos se acercó a este nivel (objetivos 3, 4, y 7). Esto indica que los estudiantes de este grupo pueden hallar el desplazamiento de un cuerpo, calcular el cambio de velocidad y seleccionar una gráfica equivalente dado un gráfico cinemático o viceversa con mayor propiedad que los estudiantes del grupo de control.

Tabla 6: Factor de Hake por objetivos para 10-2(grupo control). Entre paréntesis está la desviación estándar

GRUPO	% PRETEST	% POSTEST	FACTOR DE HAKE	NIVEL DE GANANCIA DE APRENDIZAJE
O1	9,20 (0,35)	12,07 (0,38)	0,03	Bajo
O2	10,34 (0,38)	13,79 (0,41)	0,04	Bajo
O3	17,24 (0,18)	19,54 (0,18)	0,03	Bajo
O4	12,07 (0,43)	16,38 (0,47)	0,05	Bajo
O6	9,20 (0,25)	9,20 (0,31)	0	Nulo
O7	9,20 (0,31)	12,64 (0,35)	0,04	Bajo

Aunque el grupo de control no tuvo una ganancia de aprendizaje considerable, puede notarse un desarrollo parejo en 5 de los 6 objetivos de trabajo, excepto en el objetivo 6 referente a describir textualmente un gráfico de cinemática, en el cual no hubo ninguna ganancia.

Según los objetivos de trabajo planteados, se observa que el grupo experimental mejoró más de un 10% en casi todos los objetivos, mientras que el grupo de control a lo sumo superó el rendimiento inicial en un 5%.

Si bien el índice de Hake no muestra una ganancia de aprendizaje media o alta para el grupo experimental, se puede notar el cambio mediante otros elementos como los mapas conceptuales elaborados por los estudiantes, en los cuales se evidencia que después de la aplicación de la propuesta logran establecer relaciones acertadas entre los conceptos básicos de la cinemática.

Otra muestra de aprendizaje en los estudiantes es el uso del lenguaje técnico apropiado y en contexto, pues al finalizar la aplicación de la propuesta los educandos, en un alto porcentaje, argumentaban sus respuestas verbalmente apoyados en los términos físicos apropiados y entendían las observaciones hechas al respecto por el docente.

En comparación con otros estudios realizados en los cuales también se aplicó el TUGK como instrumento pre y postest, los estudiantes del grupo experimental obtienen unos índices considerablemente bajos en el pretest y en el postest la diferencia se hace mucho mayor.

Pretest		Posttest	
Estudiantes IEFHB	Estudiantes extranjeros	Estudiantes IEFHB	Estudiantes extranjeros
15%	14%	27%	42%

Tabla 7 Comparativo de rendimiento con estudiantes extranjeros

Si bien la diferencia en el pretest no es muy alta, las diferencias en los resultados del posttest es casi el doble, lo puede deberse a las condiciones sociales y culturales de las comunidades partícipes del estudio.

6.Cronograma

La propuesta se desarrollará en el primer período académico del año escolar 2012 el cual comprende en su totalidad 10 semanas, la cuales se distribuirán de la siguiente manera. (Ver cuadro de cronograma).

[illegible]

[illegible]

7. Conclusiones y resultados■

7.1 Conclusiones

Los resultados de la implementación de la propuesta metodológica planteada en este texto, muestran diferencias considerables entre los grupos experimental y de control relativos al aprendizaje de los conceptos básicos de la cinemática.

Aunque el índice de Hake resulta en ambos grupos menor a 0.3, lo que los ubica en un nivel de ganancia de aprendizaje bajo, existe una diferencia significativa entre los dos grupos. El experimental superó en todos los objetivos de trabajo al grupo de control, de hecho, el índice de Hake para ellos fue 0,04, mientras que en el grupo experimental fue del 0,15.

Los estudiantes del grupo experimental asimilaron un protocolo para abordar situaciones problema relativas a la cinemática y evidencian un uso del lenguaje técnico apropiado, al verbalizar sus ideas e inquietudes.

Actitudinalmente dan muestras de aprecio por el trabajo planteado y por los espacios de trabajo propuestos, al mejorar su comportamiento en el laboratorio de física interiorizando las normas para la permanencia en él.

La presentación de las actividades vía Facebook resultó en una mayor participación de los estudiantes y en el establecimiento de un canal de comunicación directo y privado entre el docente y el alumno para la solución de inquietudes.

El gran limitante para el desarrollo de esta propuesta fue la situación de orden público que se vive en esta comuna, pues 8 estudiantes del grado dejaron de asistir a la institución y los demás tuvieron una asistencia intermitente las últimas cuatro semanas, hecho que interfirió notablemente en el desarrollo de las actividades programadas.

La intensidad horaria de la asignatura no permite desarrollar la propuesta a plenitud dentro de la institución. Es necesario ampliar esta disponibilidad y generar otros espacios para el trabajo de los estudiantes.

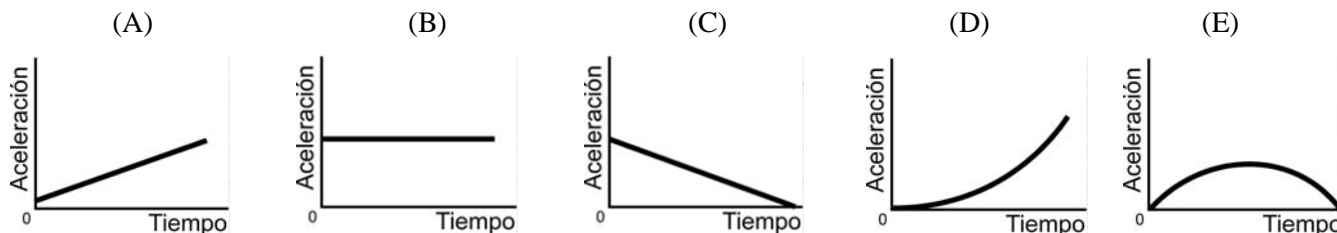
Aunque la motivación mostrada por los estudiantes fue buena, algunos casos de apatía hacia las actividades y hacia la clase misma, actuaron como obstáculos en las diferentes socializaciones por no aportar ninguna apreciación o experiencia constructiva al grupo.

7.2 Recomendaciones

Para una mejor implementación de la propuesta es necesario ampliar la disponibilidad horaria para la misma. Es necesario también establecer algunos acuerdos con otros docentes, como el de tecnología e informática, puesto que los estudiantes son diestros en el manejo de redes sociales, pero no tanto en otras herramientas ofimáticas como las hojas de cálculo, esenciales en esta propuesta.

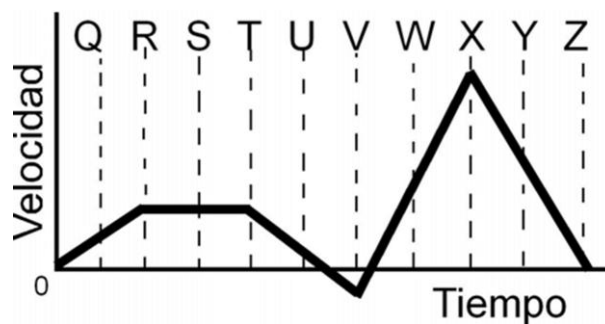
A. Anexo: Cuestionario TUGK original versión en español

1.- Las figuras adjuntas muestran las gráficas de aceleración en función del tiempo para cinco objetos. Todos los ejes tienen la misma escala. ¿Cuál de los objetos ha experimentado un mayor cambio de velocidad durante el intervalo de tiempo considerado?



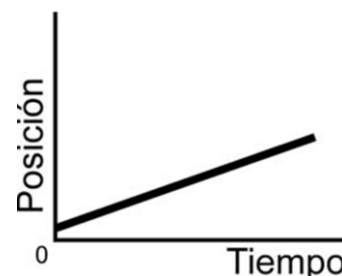
2.- ¿Cuándo es más negativa la aceleración?

- (A) Desde R hasta T.
- (B) Desde T hasta V.
- (C) En V.
- (D) En X.
- (E) Desde X hasta Z.



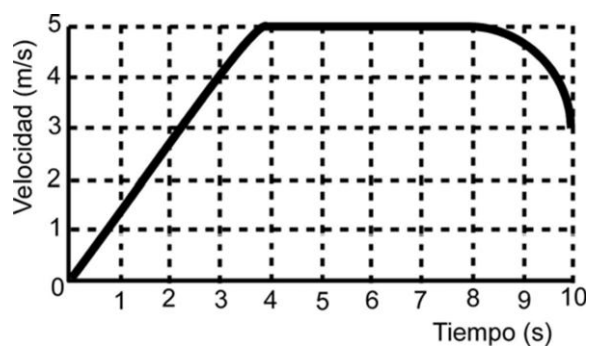
3.- La figura adjunta muestra la gráfica de movimiento de un objeto. ¿Cuál de las siguientes es la mejor interpretación?

- (A) El objeto se mueve con una aceleración constante y distinta de cero.
- (B) El objeto no se mueve.
- (C) El objeto se mueve con una velocidad que aumenta uniformemente.
- (D) El objeto se mueve a velocidad constante.
- (E) El objeto se mueve con una aceleración que aumenta uniformemente.



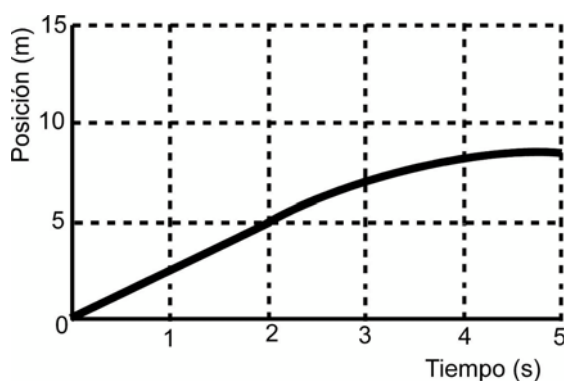
4.- Un ascensor se mueve desde el sótano hasta el décimo piso de un edificio. La masa del ascensor es de 1000 kg y se mueve tal como se muestra en la gráfica de velocidad-tiempo adjunta. ¿Qué distancia recorre durante los primeros tres segundos de movimiento?

- (A) 0.75 m
- (B) 1.33 m
- (C) 4.0 m
- (D) 6.0 m
- (E) 12.0 m



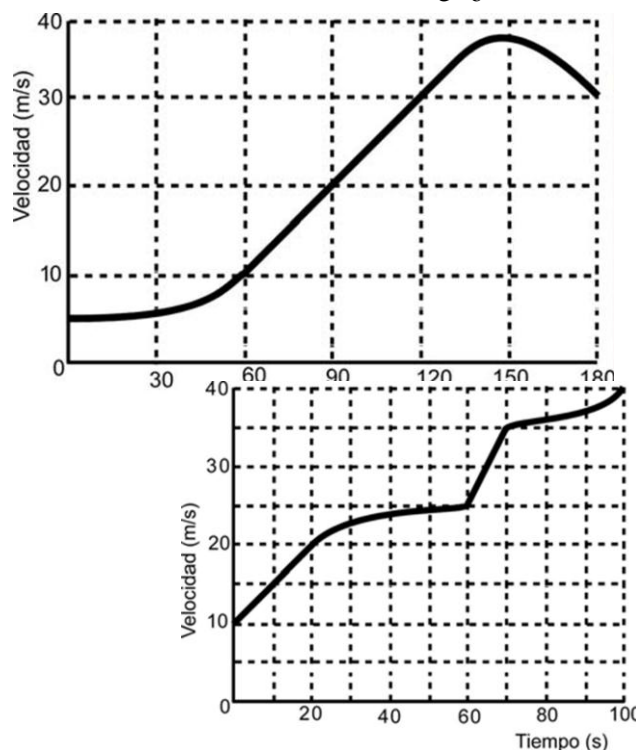
5.- La velocidad en el instante $t = 2$ s es:

- (A) 0.4 m/s.
- (B) 2.0 m/s.
- (C) 2.5 m/s.
- (D) 5.0 m/s.
- (E) 10.0 m/s.



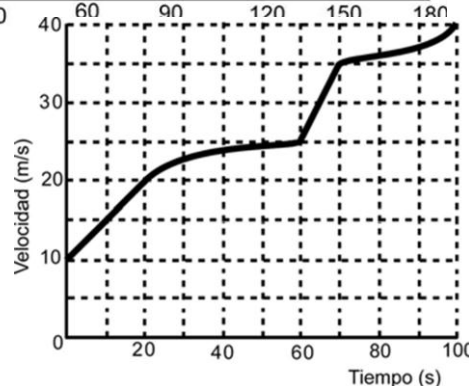
6.- La gráfica adjunta muestra la velocidad en función del tiempo para un automóvil de masa 1.5×10^3 Kg. ¿Cuál era su aceleración una vez transcurridos los primeros 90 s?

- (A) 0.22 m/s^2 .
- (B) 0.33 m/s^2 .
- (C) 1.0 m/s^2 .
- (D) 9.8 m/s^2 .
- (E) 20 m/s^2 .



7.- La gráfica adjunta muestra el movimiento de un objeto que se mueve en línea recta. En el instante $t = 65$ s, la aceleración instantánea del objeto tiene un valor aproximado de:

- (A) 1 m/s^2 .
- (B) 2 m/s^2 .
- (C) 9.8 m/s^2 .
- (D) 30 m/s^2 .
- (E) 34 m/s^2 .



8.- La gráfica adjunta muestra el movimiento de un objeto. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la correcta?

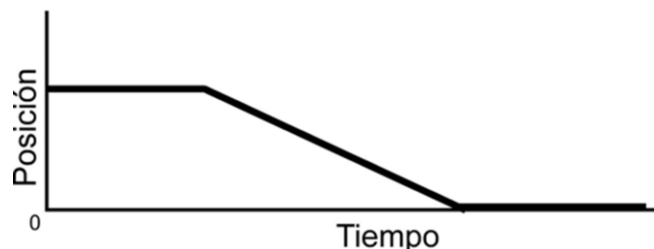
(A) El objeto rueda sobre una superficie horizontal, después cae rodando por una pendiente y finalmente se para.

(B) El objeto no se mueve al principio, después cae rodando por una pendiente y finalmente se para.

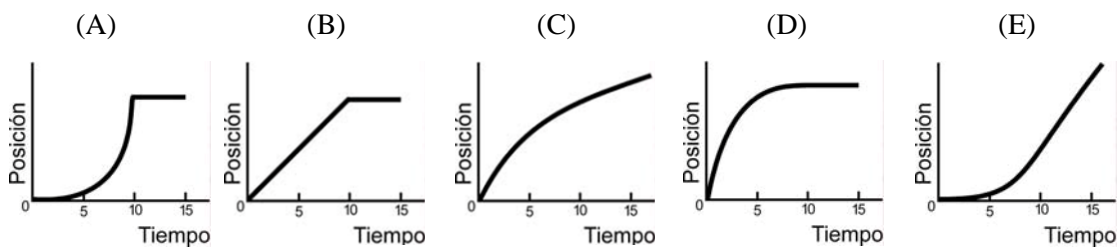
(C) El objeto se mueve a velocidad constante, después frena hasta que se para.

(D) El objeto no se mueve al principio, después se mueve hacia atrás y finalmente se para.

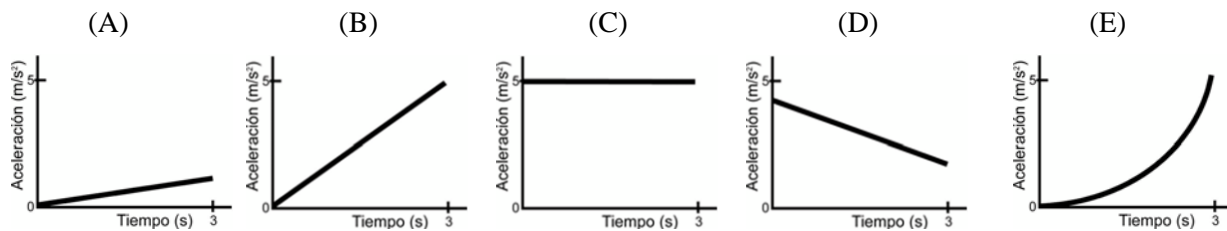
(E) El objeto se mueve sobre una superficie horizontal, luego se mueve hacia atrás por una pendiente y después sigue moviéndose.



9.- Un objeto que estaba en reposo comienza a moverse con una aceleración positiva y constante durante 10 segundos. Después continúa con velocidad constante. ¿Cuál de las gráficas siguientes describe correctamente dicha situación?

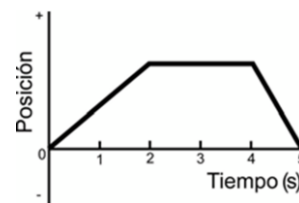


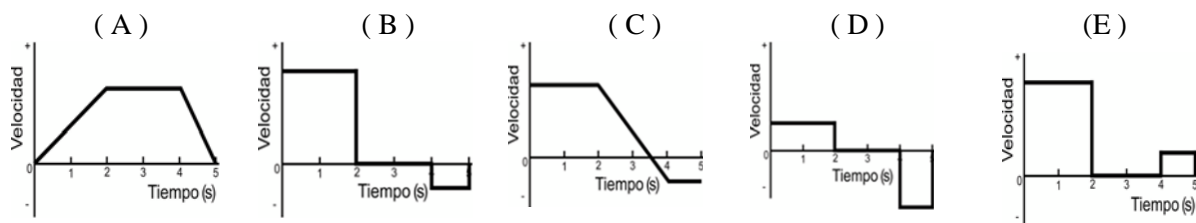
10.- Cinco objetos se mueven de acuerdo con las siguientes gráficas de aceleración con respecto al tiempo. ¿Cuál de los objetos ha experimentado un menor cambio de velocidad durante el intervalo de tiempo considerado?



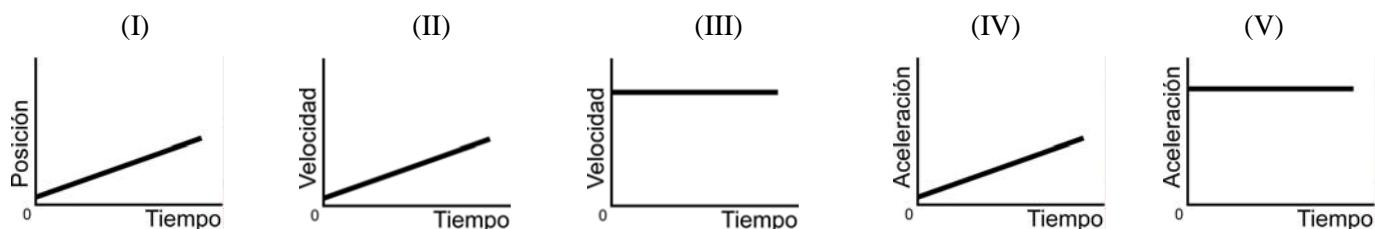
11.- La gráfica adjunta muestra el desplazamiento de un objeto con respecto al tiempo durante un intervalo de 5 s.

¿Cuál de las siguientes gráficas de velocidad en función del tiempo representaría mejor el movimiento del objeto durante dicho intervalo de tiempo?





12.- Considere las siguientes gráficas, observando los diferentes ejes:



¿Cuáles de ellas representan un movimiento a velocidad constante?

(A) I, II y IV.

(B) I y III.

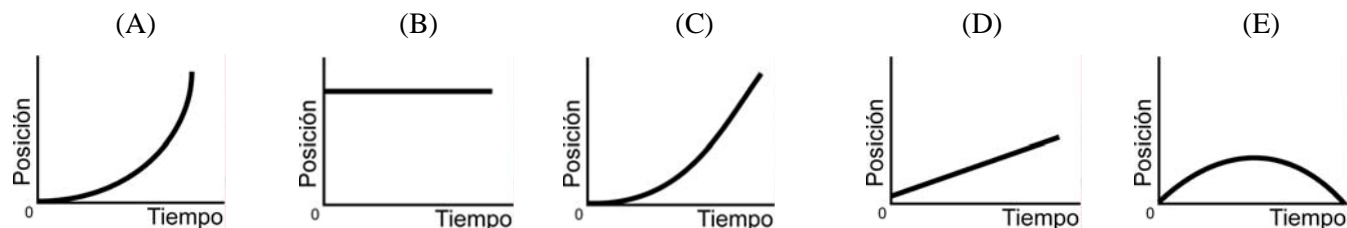
(C) II y V.

(D) Sólo la

IV. (E) Sólo la

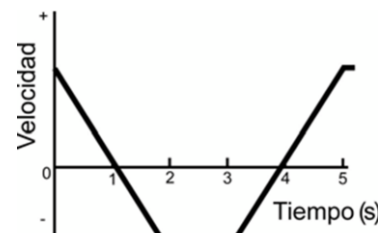
V.

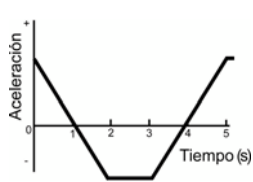
13.- Las gráficas siguientes muestran la variación de la posición con respecto al tiempo para cinco objetos. Todos los ejes tienen la misma escala. ¿Qué objeto alcanzó la mayor velocidad instantánea durante el intervalo de tiempo considerado?



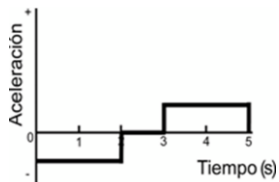
14.- La siguiente gráfica muestra la velocidad en función del tiempo para un objeto durante un intervalo de 5 s.

¿Cuál de las siguientes gráficas de aceleración con respecto al tiempo representaría mejor el movimiento del objeto durante dicho intervalo de tiempo?

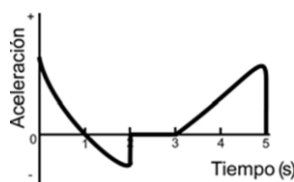




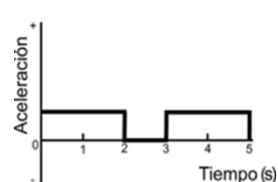
(A)



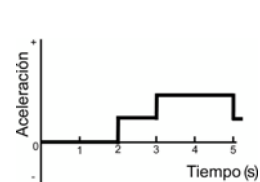
(B)



(C)



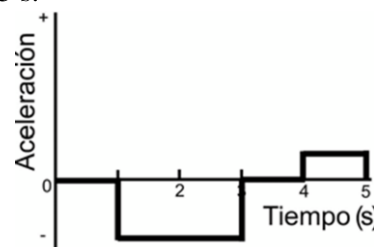
(D)



(E)

15.- La gráfica adjunta representa la aceleración de un objeto durante el intervalo de tiempo de 5 s.

¿Cuál de las siguientes gráficas de velocidad con respecto al tiempo representaría mejor el movimiento del objeto durante dicho intervalo de tiempo?



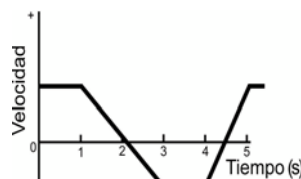
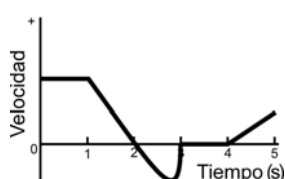
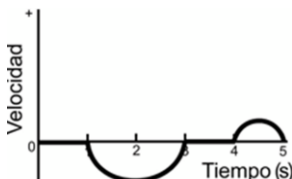
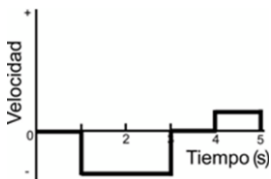
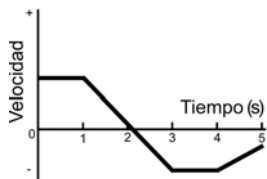
(A)

(B)

(C)

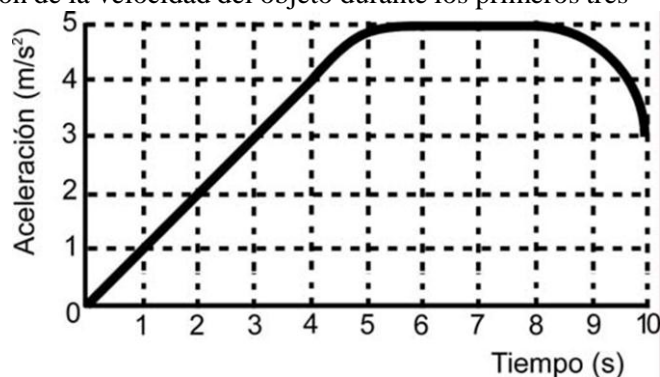
(D)

(E)



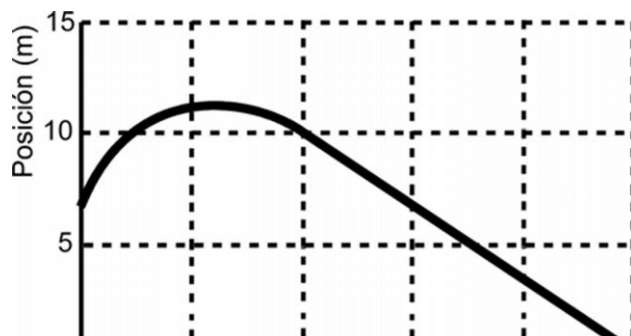
16.- Un objeto se mueve de acuerdo a la siguiente gráfica. La variación de la velocidad del objeto durante los primeros tres segundos de movimiento fue:

- (A) 0.66 m/s.
- (B) 1.0 m/s.
- (C) 3.0 m/s.
- (D) 4.5 m/s.
- (E) 9.8 m/s.



17.- La velocidad en el instante $t = 3$ vale aproximadamente:

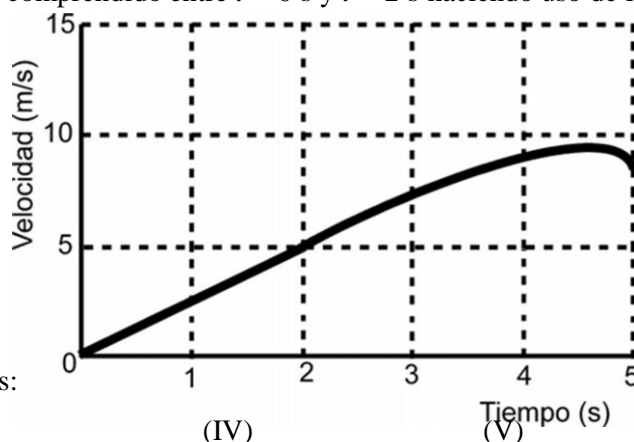
- (A) -3.3 m/s.
- (B) -2.0 m/s.
- (C) -0.67 m/s.
- (D) 5.0 m/s.



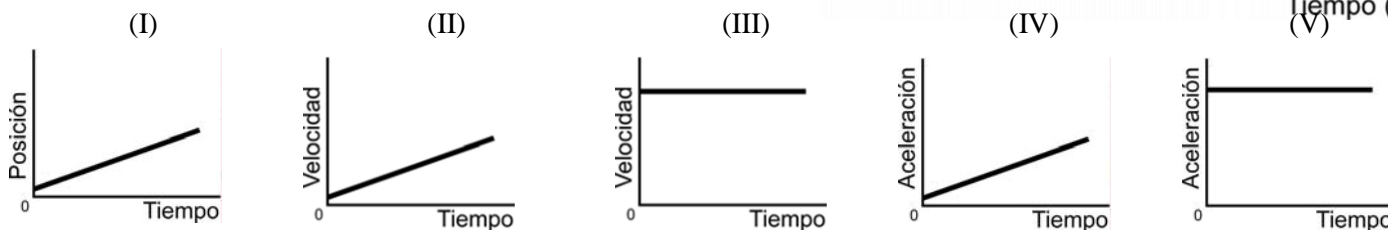
(E) 7.0 m/s.

18.- Para calcular la distancia recorrida durante el intervalo de tiempo comprendido entre $t = 0$ s y $t = 2$ s haciendo uso de la gráfica siguiente, debemos:

- (A) Leer 5 directamente del valor de la ordenada en el eje vertical.
- (B) Hallar el área encerrada bajo la curva mediante la expresión $(5 \times 2)/2$.
- (C) Hallar la pendiente de dicha curva dividiendo 5 entre 2.
- (D) Hallar la pendiente de dicha curva dividiendo 15 entre 5.
- (E) No se da suficiente información para poder responder.



19.- Considérense las siguientes gráficas, observando los diferentes ejes:



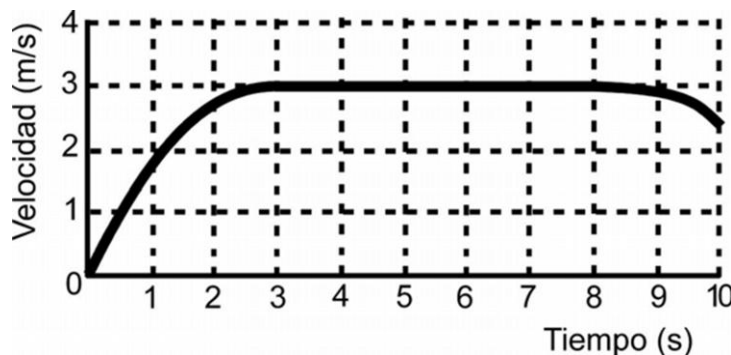
¿Cuál(es) de ellas representa(n) un movimiento con aceleración constante distinta de cero?

- (A) I, II y IV.
- (B) I y III.
- (C) II y V.
- (D) solo la IV.
- (E) Sólo la V.

20.- Un objeto se mueve de acuerdo con la siguiente gráfica:

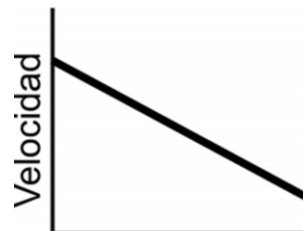
¿Qué distancia recorre durante el intervalo de tiempo comprendido entre $t = 4$ s y $t = 8$ s?

- (A) 0.75 m
- (B) 3.0 m
- (C) 4.0 m
- (D) 8.0 m
- (E) 12.0 m



21.- La gráfica adjunta representa el movimiento de un objeto. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones proporciona la mejor interpretación?

- (A) El objeto se mueve con una aceleración constante.
- (B) El objeto se mueve con una aceleración que disminuye uniformemente.
- (C) El objeto se mueve con una velocidad que aumenta uniformemente.



(D) El objeto se mueve a una velocidad constante.

(E) El objeto no se mueve

B. Anexo: Cuestionario TUGK modificado

TUGK MODIFICADO
- 2012-

Duración de la prueba: 50 minutos.

En cada pregunta sólo una respuesta es la correcta.

1. La Figura 1 representa la gráfica de velocidad respecto al tiempo del movimiento rectilíneo de un objeto, ¿Cuándo es más negativa la aceleración?

- (A) Desde R hasta T.
- (B) Desde T hasta V.
- (C) En V.
- (D) En X.
- (E) Desde X hasta Z.

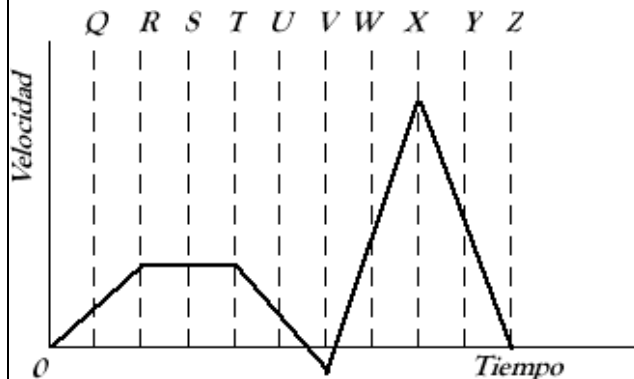
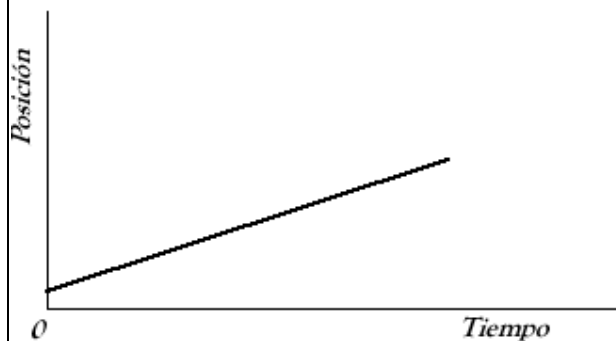


Figura 1

2. La Figura 2 representa la gráfica de posición respecto al tiempo del movimiento rectilíneo de un objeto, ¿Cuál de las siguientes es la mejor interpretación?

- (A) El objeto se mueve con una aceleración constante y distinta de cero.
- (B) El objeto no se mueve.
- (C) El objeto se mueve con una velocidad constante que aumenta uniformemente.



- (D) El objeto se mueve a velocidad constante.
 (E) El objeto se mueve con aceleración que aumenta uniformemente.

Figura 2

3. Un ascensor se mueve desde el sótano hasta el décimo piso de un edificio. La masa del ascensor es de 1000 kg y se mueve tal como se muestra en la gráfica de velocidad respecto al tiempo ilustrada en la Figura 3, ¿Qué distancia recorre durante los primeros tres segundos de movimiento?

- (A) 0.75 m
 (B) 1.33 m
 (C) 4.0 m
 (D) 6.0 m
 (E) 12.0 m

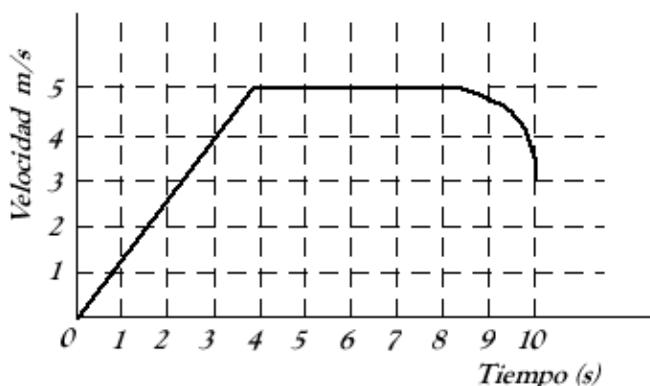


Figura 3

4. En la Figura 4 se ilustra la gráfica de posición respecto al tiempo de un objeto moviéndose en línea recta. La velocidad en el instante $t = 2$ s es:

- (A) 0.4 m/s
 (B) 2.0 m/s
 (C) 2.5 m/s
 (D) 5.0 m/s
 (E) 10.0 m/s

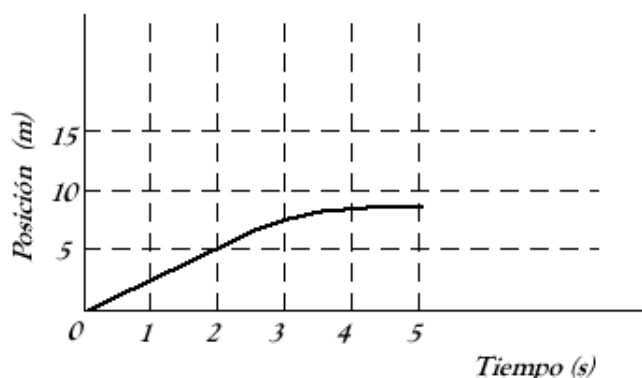


Figura 4

5. En la Figura 5 se ilustra la gráfica de posición respecto al tiempo del movimiento rectilíneo de un objeto, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la correcta?

- (A) El objeto rueda sobre una superficie horizontal, después cae

rodando por una pendiente y finalmente se para.

(B) El objeto no se mueve al principio, después cae rodando por una pendiente y finalmente se para.

(C) El objeto se mueve a velocidad constante, después frena hasta que se para.

(D) El objeto no se mueve al principio, después se mueve hacia atrás y finalmente se para.

(E) El objeto se mueve sobre una superficie horizontal, luego se mueve hacia atrás por una pendiente y después sigue moviéndose.

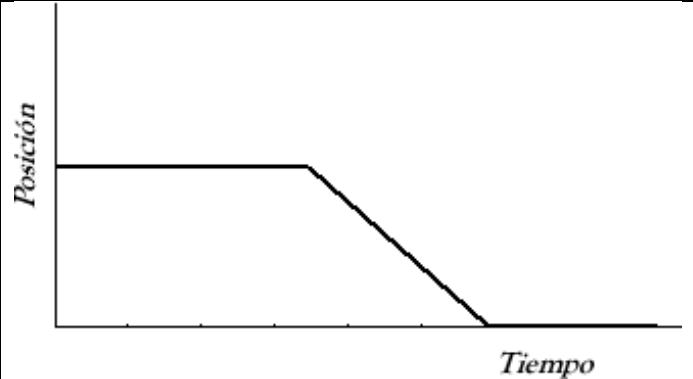


Figura 5

6. Un objeto que estaba en reposo comienza a moverse con una aceleración positiva y constante durante 10 segundos. Después continúa con velocidad constante. ¿Cuál de las gráficas siguientes describe correctamente dicha situación?

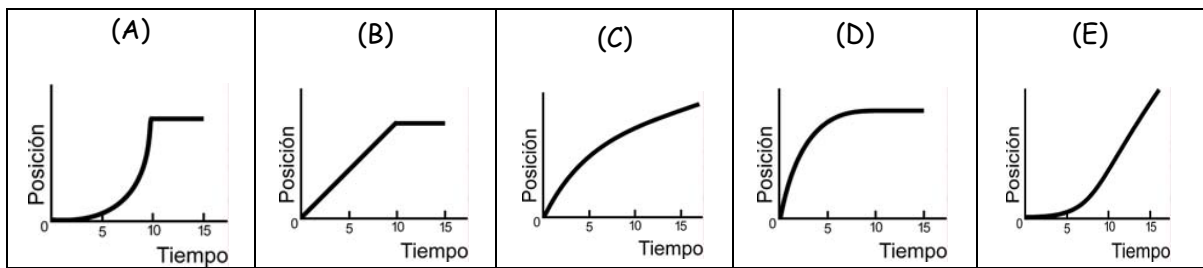


Figura 6

7. Considere las siguientes gráficas, observando los diferentes ejes:

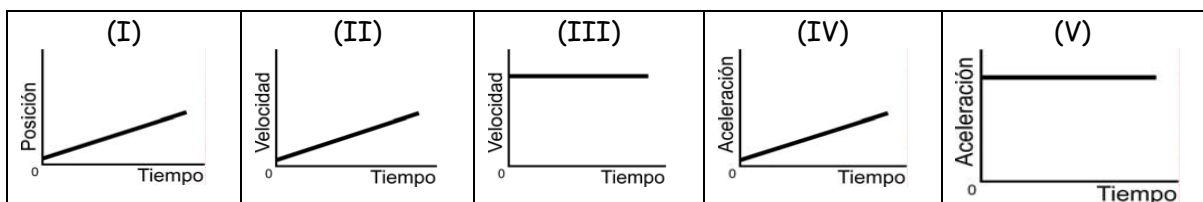


Figura 7

¿Cuáles de ellas representan un movimiento a velocidad constante?

(A) I, II y IV

(B) I y III.

(C) II y V.

(D) Sólo la IV.

(E) Sólo la V.

8. En la Figura 8 se ilustra la gráfica de aceleración respecto al tiempo de un objeto que se mueve en línea recta. La variación de la velocidad del objeto durante los primeros tres segundos de movimiento fue:

- (A) 0.66 m/s. (B) 1.0 m/s. (C) 3.0 m/s.
(D) 4.5 m/s. (E) 9.8 m/s.

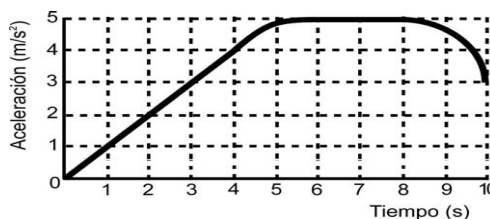


Figura 8

9. La Figura 9 ilustra la gráfica de velocidad respecto al tiempo de un objeto moviéndose en línea recta. Para calcular la distancia recorrida durante el intervalo de tiempo comprendido entre $t = 0$ s y $t = 2$ s haciendo uso de esta gráfica, debemos:

- (A) Leer 5 directamente del valor de la ordenada en el eje vertical.
(B) Hallar el área encerrada bajo la curva mediante la expresión $(5 \times 2)/2$.
(C) Hallar la pendiente de dicha curva dividiendo 5 entre 2.
(D) Hallar la pendiente de dicha curva dividiendo 15 entre 5.
(E) No se da suficiente información para poder responder.

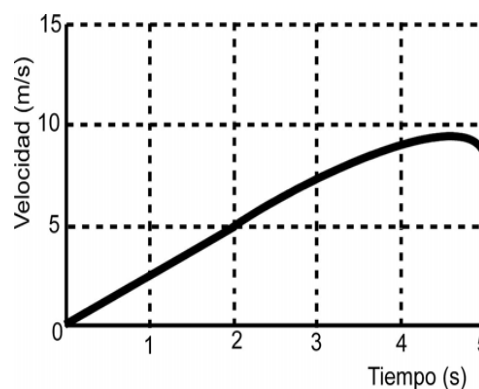


Figura 9

10. Considérense las siguientes gráficas, observando los diferentes ejes:

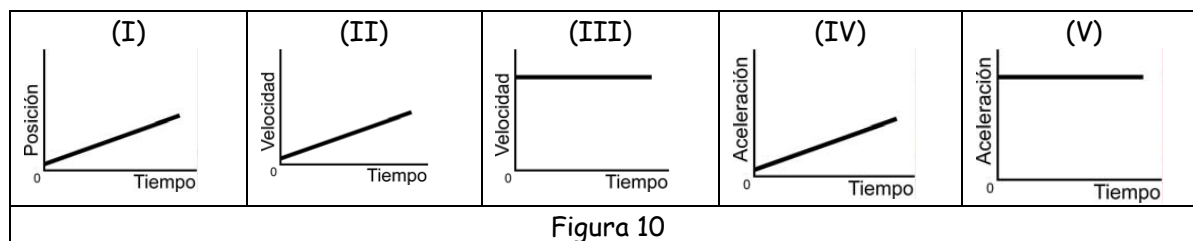


Figura 10

¿Cuál(es) de ellas representa(n) un movimiento con aceleración constante distinta de cero?

- (A) I, II y IV.
- (B) I y III.
- (C) II y V.
- (D) solo la IV.
- (E) Sólo la V.

11. La Figura 11 ilustra la gráfica de velocidad respecto al tiempo de un objeto que se mueve en línea recta. De acuerdo con esta gráfica, ¿Qué distancia recorre el objeto durante el intervalo de tiempo comprendido entre $t = 4 \text{ s}$ y $t = 8 \text{ s}$?

- (A) 0.75 m (B) 3.0 m (C) 4.0 m
- (D) 8.0 m (E) 12.0 m

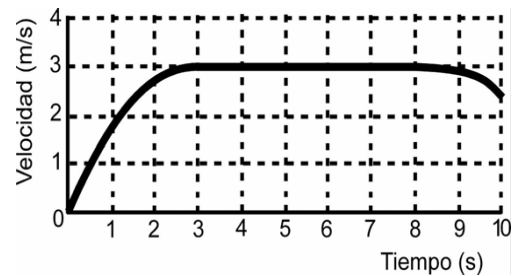


Figura 11

12.- La Figura 12 ilustra la gráfica de velocidad respecto al tiempo de un objeto que se mueve en línea recta, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones proporciona la mejor interpretación?

- (A) El objeto se mueve con una aceleración constante.
- (B) El objeto se mueve con una aceleración que disminuye uniformemente.
- (C) El objeto se mueve con una velocidad que aumenta uniformemente.
- (D) El objeto se mueve a una velocidad constante.
- (E) El objeto no se mueve.

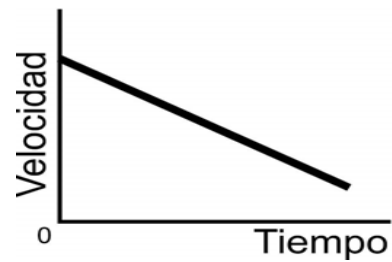


Figura 12

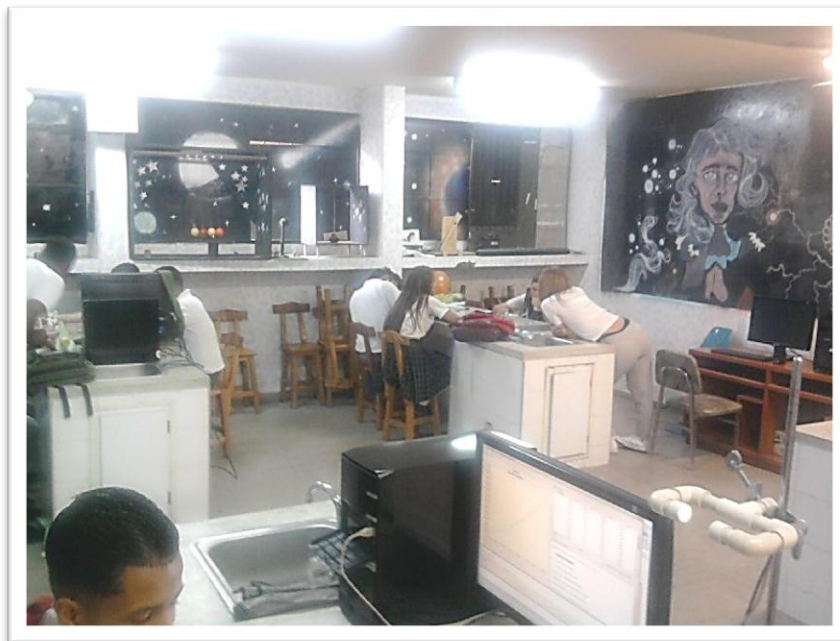
C. Anexo: Registro fotográfico de las actividades



Estudiantes presentado el pretest (Grupo Control)



Estudiantes presentado el pretest (Grupo Experimental)



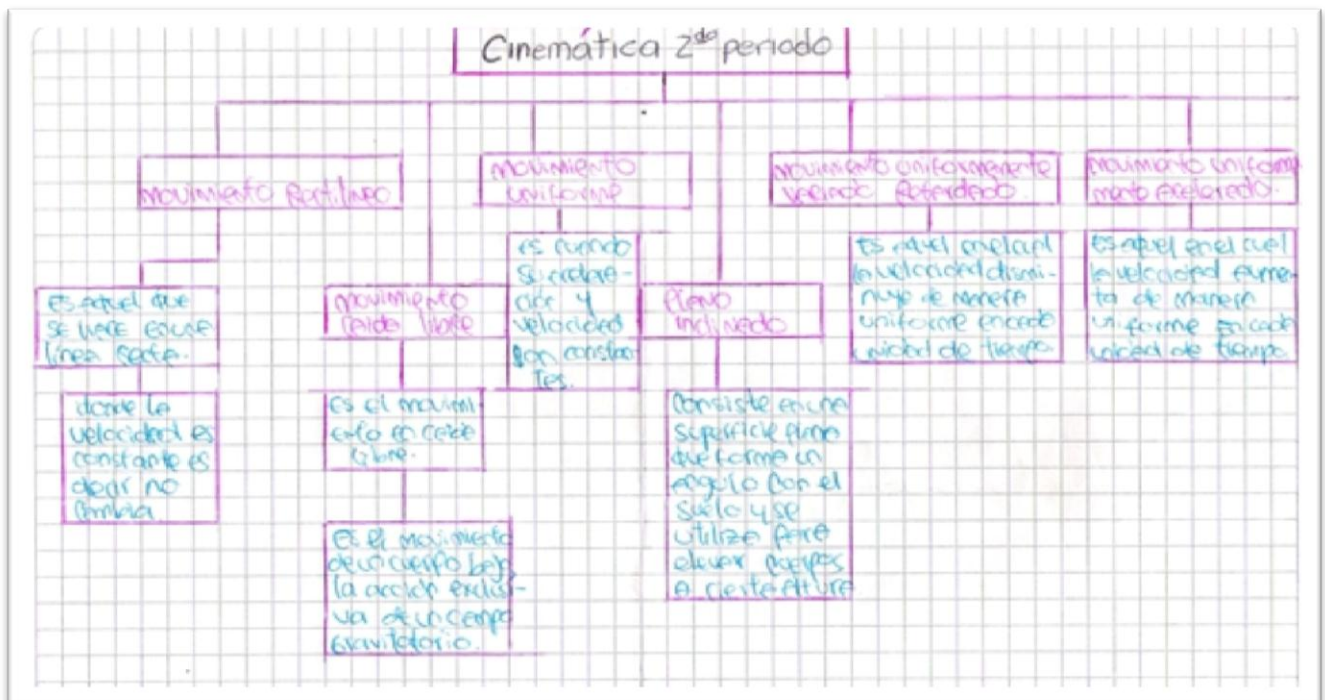
Estudiantes realizando actividades del módulo tres



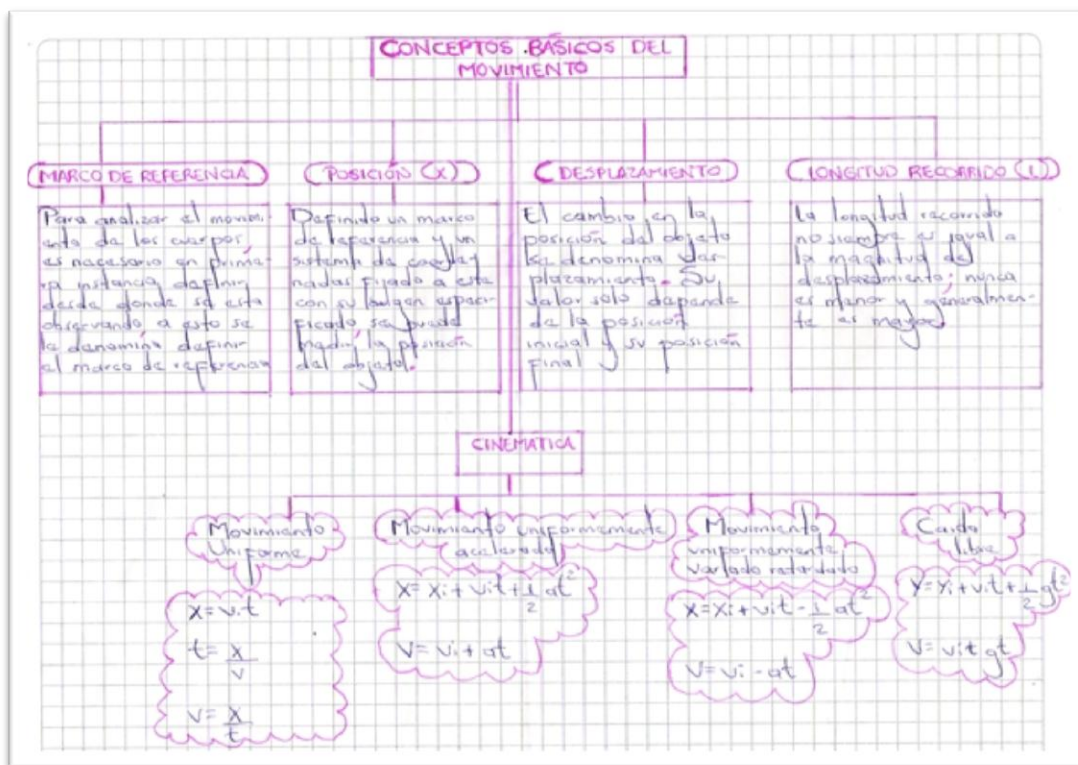
Estudiantes realizando práctica de laboratorio real

D. Anexo: Mapas conceptuales y gráficas construidas por los estudiantes

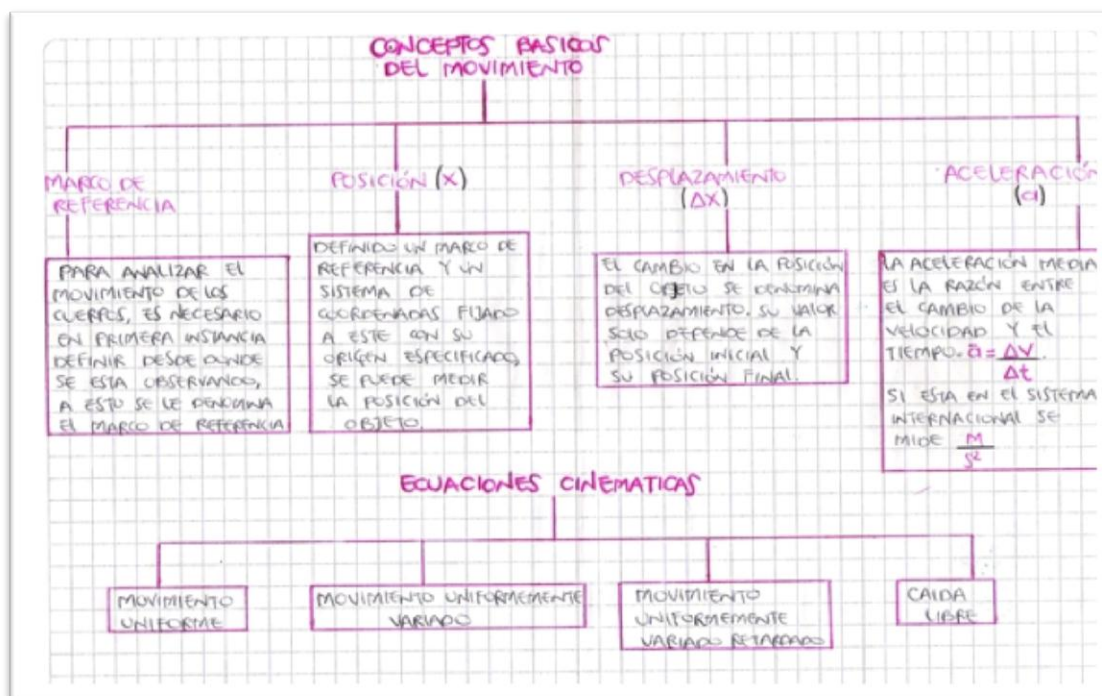
Mapas Conceptuales elaborados por los estudiantes referentes a la cinemática



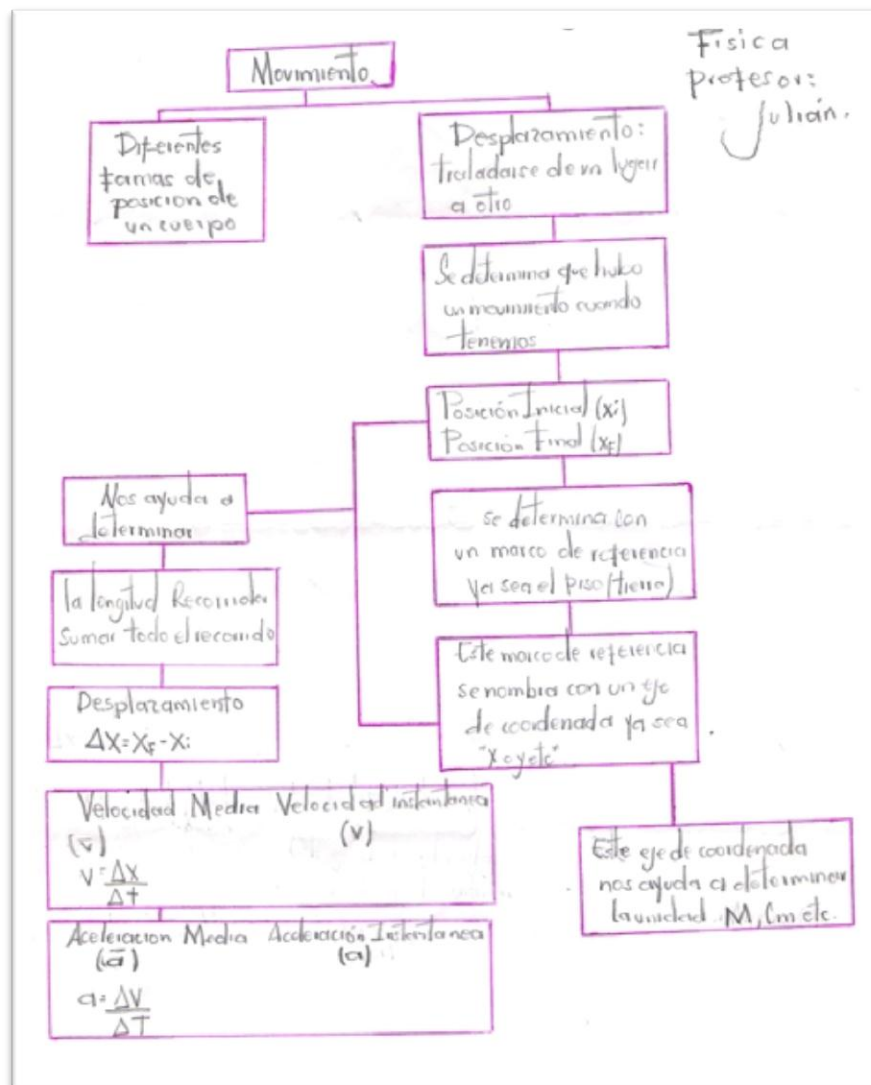
Mapa 1



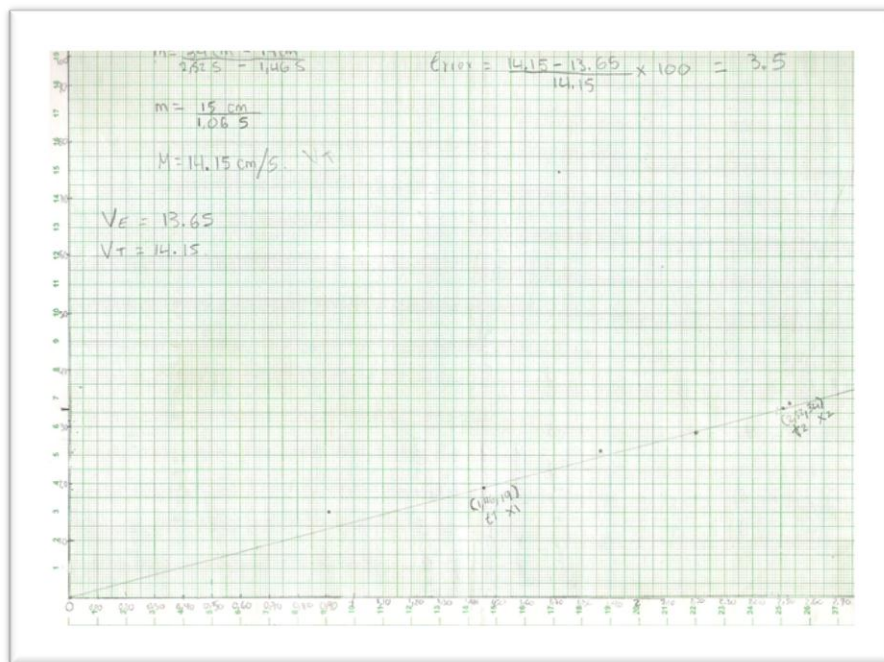
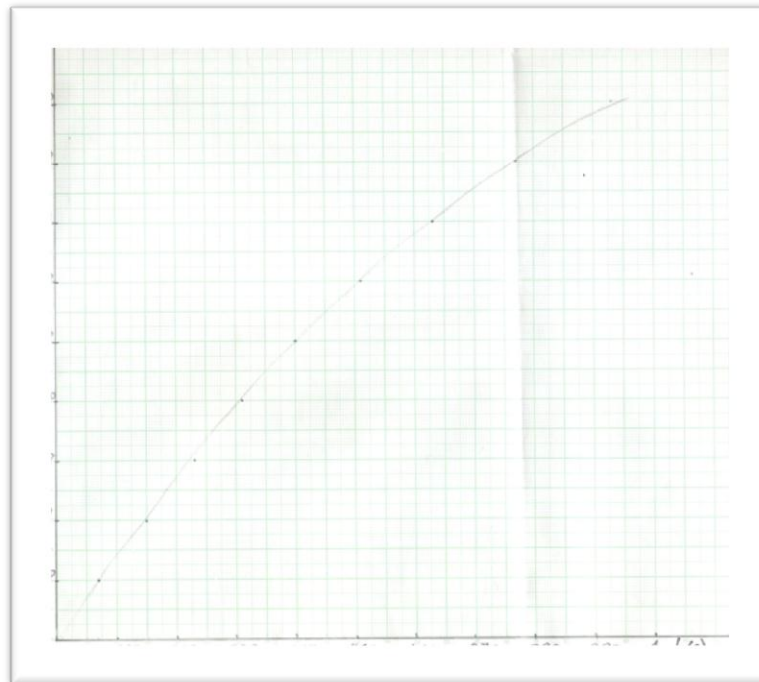
Mapa 2

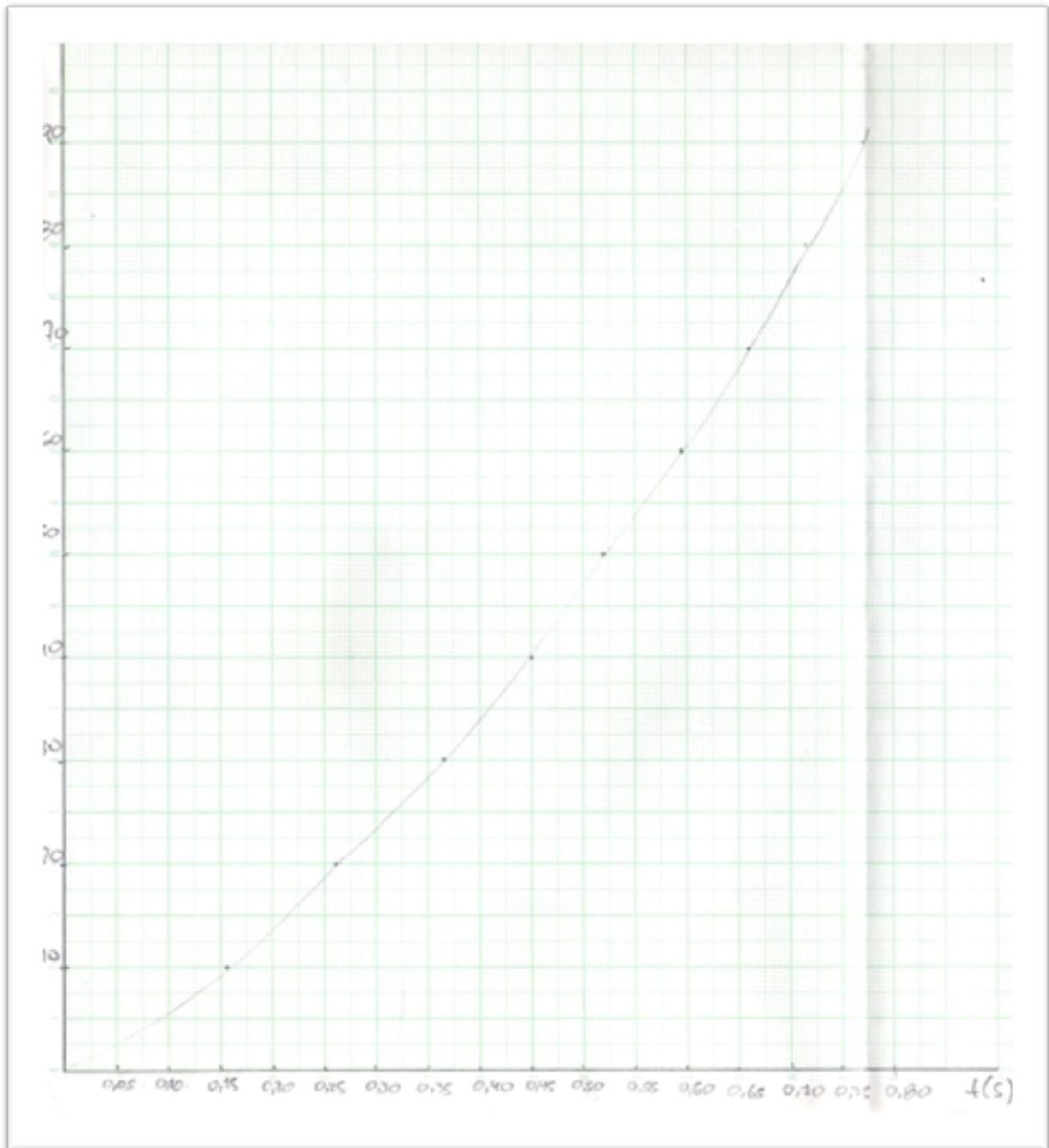


Mapa 3



Mapa 4

Gráfica $x(\text{cm})$ vs $t(\text{s})$ de MU en módulo tresGráfica $x(\text{cm})$ vs $t(\text{s})$ de MUV en módulo tres



Gráfica x (cm) vs t (s) de MUVA en módulo tres

Apéndice I: Unidad Didáctica

UNIDAD DIDÁCTICA

ENSEÑANZA-APRENDIZAJE BAJO UN ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA DE LA CINEMÁTICA LINEAL EN SU REPRESENTACIÓN GRÁFICA: ENSAYO EN EL GRADO X DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA FELIX HENAO BOTERO

OBJETIVO GENERAL

Implementar una propuesta metodológica con enfoque constructivista para la enseñanza-aprendizaje de la cinemática lineal en su representación gráfica, en el grado X del año lectivo 2012 de la Institución Educativa Félix Henao Botero

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el estado inicial (es decir, pre-instrucción), que poseen los estudiantes sobre la competencia para elaborar e interpretar gráficas de las magnitudes de la cinemática rectilínea.
- Recopilar y/o desarrollar material didáctico que sea potencialmente significativo para los estudiantes y que orienten la adquisición de la competencia para elaborar e interpretar gráficas de las magnitudes de la cinemática rectilínea.
- Aplicar el material didáctico mediante actividades constructivistas que faciliten el aprendizaje la competencia para la elaboración e interpretación de gráficos de posición, velocidad y aceleración contra tiempo.
- Establecer, el estado final (es decir, post-instrucción), que poseen los estudiantes sobre la competencia para elaborar e interpretar gráficas de las magnitudes de la cinemática rectilínea.
- Estimar la ganancia de aprendizaje en los estudiantes de la competencia para elaborar e interpretar gráficas de las magnitudes de la cinemática rectilínea.
- Evidenciar cualitativamente el nivel de adquisición por los estudiantes de la competencia para elaborar e interpretar gráficas de las magnitudes de la cinemática rectilínea.

SITUACIÓN INICIAL

Para motivar al estudiante a participar del trabajo que se propone, se realizará una actividad en espacio abierto que consiste en representar gráficamente movimientos de objetos pertenecientes al contexto del estudiante.

Primero deben elegir un objeto y luego debe representar, mediante un dibujo o gráfico, el movimiento del mismo en periodo corto de tiempo. Puede utilizar cualquier tipo de gráfico, el estudiante deberá escoger el que más se adapte a sus necesidades.

Posteriormente se socializarán los resultados y se aprovechará este espacio para proyectar un video titulado “Naturaleza en movimiento” con el cual se quiere mostrar el movimiento como un elemento inherente a la naturaleza y a la cinemática como la rama de la física que lo estudia.

CONCEPTOS PREVIOS

Para identificar los preconceptos y para presentar los conceptos básicos de la cinemática a los estudiantes realizarán las actividades planteadas en el módulo 1 (ver anexo 1). El objetivo del mismo es Construir los conceptos fundamentales de la cinemática: marco de referencia, sistema de coordenadas, posición, desplazamiento, distancia recorrida, trayectoria, instante, intervalo de tiempo, velocidad, cambio de velocidad, aceleración.

SITUACIÓN PROBLEMA: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS MAGNITUDES DE LA CINEMÁTICA LINEAL I

Esta unidad surge como respuesta a la necesidad de mejorar los procesos de enseñanza de la física para optimizar el aprendizaje de la misma, particularmente de la cinemática, lo cual se refleja en la pregunta:

¿Se logrará un buen nivel en la ganancia de aprendizaje de la cinemática lineal en su representación gráfica, en el grado X del año lectivo 2012 de la Institución Educativa Félix Henao Botero, empleando la metodología con enfoque constructivista que se propone en esta práctica docente?

EXPLICACIÓN DEL CONCEPTO: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS MAGNITUDES DE LA CINEMÁTICA LINEAL II

Para iniciar la explicación de los conceptos referentes a la cinemática, los tipos de movimiento y la interpretación de gráficos, se hará una clase magistral apoyada en una página web (ver anexo 2) que cuenta con simulaciones alusivas a los conceptos mencionados anteriormente.

En primer lugar los estudiantes harán una lectura de la página, después el docente retomará la lectura y hará una intervención para explicar la misma. Posteriormente, en

forma conjunta, estudiantes y docente interactuarán con las simulaciones para afianzar los puntos clave de la explicación.

Por último los estudiantes, los estudiantes resolverán, en equipos de tres, algunos ejercicios propuestos por el docente (ver anexo 3).

ACTIVIDAD COLABORATIVA: PRÁCTICA DE LABORATORIO SIMULADA

Si bien las actividades propuestas en esta unidad se realizan en grupos de tres estudiantes, cabe anotar que la práctica de laboratorio es la que más exigirá de cada uno, en la medida en que es allí donde se enfrentarán al fenómeno objeto de estudio de manera más directa, pero a su vez será necesario el aporte de varios para completar las actividades y construir sus conceptos.

El objetivo de la práctica es Elaborar e interpretar las gráficas respecto al tiempo de las variables de la cinemática lineal, a través de datos obtenidos de experimentos simulados.

Para esto deberán realizar cinco prácticas de laboratorio (ver Anexo 4) relativas a los diferentes tipos de movimientos estudiados en la actividad anterior y representar gráficamente la situación planteada.

Cada movimiento será representado con la ayuda de una simulación de la cual deberán extraer los datos para la gráfica y luego con ayuda del software PhysicSensor deberán responder las preguntas planteadas.

NUEVA SITUACIÓN PROBLEMA: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS MAGNITUDES DE LA CINEMÁTICA LINEAL III

Después de la práctica de laboratorio, los estudiantes se enfrentarán a una serie de situaciones problema planteadas en un taller (ver anexo 4) con el objetivo de elaborar e interpretar gráficas respecto al tiempo de las variables cinemáticas.

ACTIVIDAD COLABORATIVA: PRÁCTICA DE LABORATORIO REAL

En este punto de la unidad, los estudiantes realizarán una práctica de laboratorio real, en la cual intentarán medir la aceleración de la gravedad.

EVALUACION DE LA UNIDAD:

Para evaluar el estado final de los estudiantes se pondrán en práctica las siguientes estrategias:

- Elaboración de un mapa conceptual sobre cinemática lineal
- Realizar entrevistas individuales y en grupo.
- Aplicación del TUGK como POSTEST.

La siguiente tabla resume el contenido de esta unidad didáctica

No.	Título	
1	CONCEPTOS	Objetivo

	FUNDAMENTALES DE LA CINEMÁTICA	Construir los conceptos fundamentales de la cinemática: marco de referencia, sistema de coordenadas, posición, desplazamiento, distancia recorrida, trayectoria, instante, intervalo de tiempo, velocidad, cambio de velocidad, aceleración.	
		Contenido	
		<ul style="list-style-type: none"> • Actividades introductorias basadas en situaciones reales y cotidianas que permiten identificar los preconceptos sobre: marco de referencia, sistema de coordenadas, posición, desplazamiento, trayectoria, cambio de velocidad, aceleración. • Ejercicios de conceptualización basados en situaciones reales y cotidianas. • Actividades complementarias. 	
		Sitio	Intensidad en el aula
		<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar fuera del aula en equipos de a tres • Discusión en plenaria en el aula. 	2 h
2	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS MAGNITUDES DE LA CINEMÁTICA LINEAL (I)	Objetivo	
		Describir las gráficas respecto al tiempo de las magnitudes de la cinemática lineal.	
		Contenido	
		<ul style="list-style-type: none"> • Actividades introductorias basadas en situaciones cotidianas que permiten identificar los preconceptos sobre la competencia para describir gráficas cinemáticas. • Actividades de simulación que permiten ir ganando en la habilidad para describir las gráficas cinemáticas. • Ejercicios de conceptualización basados en situaciones reales y cotidianas. • Actividades complementarias. 	
		Sitio	Intensidad en el aula
		<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar en el aula. 	2 h
3	PRÁCTICA DE LABORATORIO SIMULADA	Objetivo	
		Elaborar e interpretar las gráficas respecto al tiempo de las variables de la cinemática lineal, a través de datos obtenidos de experimentos simulados.	
		Contenido	
		<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo deslizando con MU. • Cuerpo deslizando con MUVA • Cuerpo deslizando con MUVR • Medir aceleración de la gravedad (cuerpo deslizando en plano inclinado). • Medir la aceleración de la gravedad (cuerpo en caída libre). 	
		Sitio	Intensidad en el aula
		<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar fuera del aula en equipos de a tres • Discusión en plenaria en el aula. 	2 h
4	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS	Objetivo	
		Elaborar e interpretar gráficas respecto al tiempo de las	

	MAGNITUDES DE LA CINEMÁTICA LINEAL (II)	variables cinemáticas a través del apoyo tanto en un taller que presenta numerosas situaciones suficientemente variadas, como en simulaciones.	
		Contenido	
		<ul style="list-style-type: none"> • Taller de ejercicios. • Actividades de simulación que permiten ir ganando en la habilidad para elaborar e interpretar las gráficas cinemáticas. 	
		Sitio	Intensidad en el aula
		• Desarrollar tanto en el aula como afuera de esta.	6 h
5	PRÁCTICA DE LABORATORIO REAL	Objetivo	
		Elaborar e interpretar las gráficas respecto al tiempo de las variables de la cinemática lineal, a través de datos obtenidos de experimentos reales.	
		Contenido	
		• Medir la aceleración de la gravedad	
		Sitio	Intensidad en el aula
		• Desarrollar en el aula.	2 h

ANEXO 1. MÓDULO 1: Conceptos Fundamentales de la Cinemática

Objetivos

Construir los conceptos fundamentales de la cinemática: marco de referencia, sistema de coordenadas, posición, desplazamiento, distancia recorrida, trayectoria, instante, intervalo de tiempo, velocidad, cambio de velocidad, aceleración.

Introducción

Sobre marco de referencia

Preguntas orientadoras
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuándo un cuerpo se mueve, todas las personas que lo observan describirán lo mismo? • ¿Cuándo un cuerpo está en movimiento habrán personas que lo observan en reposo?

Actividad 1

Experimentar gravedad cero (ingravidez)

Trazando parábolas, un avión alcanza la gravedad marciana (un tercio de la terrestre), la gravedad lunar (un sexto de la de la Tierra) y finalmente la ingravidez total, Figura 1.



Figura 1

[Ver video](#)

- Decir los sucesos que más te impresionaron.
- ¿Describir lo que observarán las personas que están en “tierra: (es decir, afuera del avión)?

Actividad 2

Saltando desde un auto a otro

Un señor muy intrépido, salta desde un auto a un camión, ambos en movimiento, Figura 2.



Figura 2

- ¿Qué puedes concluir con este video sobre los conceptos de movimiento y de reposo? ¿Son absolutos o son relativos?

[Ver video](#)

MARCO DE REFERENCIA
PARA ANALIZAR EL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS, ES NECESARIO EN PRIMERA INSTANCIA DEFINIR DESDE DÓNDE SE ESTÁ OBSERVANDO. A ESTO SE LE DENOMINA DEFINIR EL MARCO DE REFERENCIA .

Preguntas integradoras

- En el video del avión, el estado de ingravidez (gravedad cero) se observa tomando como marco de referencia:
 - El avión
 - El suelo en la tierra (por ejemplo, desde una carretera o un parque)
- En el video del avión, desde el suelo como marco de referencia se observa:
 - El piso del avión en reposo
 - Los tripulantes cayendo cada vez con más velocidad (situación peligrosa)
- En el video de los automóviles, si se define como marco de referencia la carretera, se observa:
 - Los autos en reposo
 - Los autos en movimiento, ambos con igual velocidad
- En el video de los autos, si se define como marco de referencia un auto, se observa:
 - La carretera en reposo
 - La carretera moviéndose hacia atrás
 - El otro auto en movimiento
 - El otro auto en reposo
- Describe una situación en donde podrías atrapar un pequeño proyectil que fue disparado, sin que te cause daño.

Sobre posición, desplazamiento, distancia, trayectoria y sistema de coordenadas

Preguntas orientadoras
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuándo un cuerpo se mueve, todas las personas que lo observan describirán lo mismo? • ¿Cuándo un cuerpo está en movimiento habrán personas que lo observan en reposo?

Actividad 1

Estudiante desplazándose en un salón de clase

Un estudiante se desplaza en línea recta 8 baldosas hacia adelante y luego se regresa 3 baldosas. ¿Cuánto se desplazó y cuánto recorrió? (Suponer que las baldosas son de 20 cm x 20 cm)

Seguir el siguiente protocolo de análisis:

- Hacer un dibujo de represente la situación
- Definir el marco de referencia
- Asignar el eje coordenado
- Ubicar la posición inicial y la posición final
- Calcular el desplazamiento en m
- Calcular la longitud recorrida en m

Actividad 2

Estudiante desplazándose en un salón de clase

Un estudiante se desplaza en línea recta 8 baldosas hacia adelante, luego se regresa 3 baldosas y nuevamente avanza hacia adelante 10 baldosas. ¿Cuánto se desplazó y cuánto recorrió? (Suponer que las baldosas son de 20 cm x 20 cm)

Seguir el siguiente protocolo de análisis:

- Hacer un dibujo de represente la situación
- Definir el marco de referencia
- Asignar el eje coordenado
- Ubicar la posición inicial y la posición final
- Calcular el desplazamiento en m
- Calcular la longitud recorrida en m

POSICIÓN
<p>DEFINIDO UN MARCO DE REFERENCIA Y UN SISTEMA DE COORDENADAS FIJADO A ESTE CON SU ORIGEN ESPECIFICADO, SE PUEDE MEDIR LA POSICIÓN DEL OBJETO. EN EL CASO DE UN OBJETO MOVIÉNDOSE EN LÍNEA RECTA, EL SISTEMA DE COORDENADAS PUEDE SER SIMPLEMENTE UN EJE (EJEMPLO, EL EJE X) Y BASTARÁ ENTONCES CON ASIGNAR SÓLO UN NÚMERO CON SIGNO ACOMPAÑADO DE UNA UNIDAD DE LONGITUD.</p> <p>EJEMPLOS:</p> $x = -20.3 \text{ m}$ $x = 10 \text{ km}$

DESPLAZAMIENTO
EL CAMBIO EN LA POSICIÓN DEL OBJETO SE DENOMINA DESPLAZAMIENTO . SU

VALOR SÓLO DEPENDE DE LA POSICIÓN INICIAL Y DE LA POSICIÓN FINAL, Y CORRESPONDE A LA DIFERENCIA DE ÉSTAS (FINAL - INICIAL). EN EL CASO DE UN MOVIMIENTO RECTILÍNEO SE CALCULARÁ ASÍ:

$$\Delta x = x_f - x_i$$

LONGITUD RECORRIDA

LA LONGITUD RECORRIDA (DISTANCIA) NO SIEMPRE ES IGUAL A LA MAGNITUD DEL DESPLAZAMIENTO; NUNCA ES MENOR Y GENERALMENTE ES MAYOR.

Ejemplo 1:

Un cuerpo que se desplaza en línea recta desde la posición $x=2$ m hasta la posición $x=8$ m y luego regresa a la posición $x=5$ m. Por lo tanto su desplazamiento es igual a $\Delta x = 3$ m y la longitud recorrida es $l = 9$ m

Ejemplo 2:

Un cuerpo que se desplaza en línea recta desde la posición $x = 6$ m hasta la posición $x = 2$ m y luego regresa a la posición $x = 5$ m. Por lo tanto su desplazamiento es igual a $\Delta x = -1$ m y la longitud recorrida es $l = 8$ m

Ejemplo 3:

Un cuerpo que se desplaza en línea recta desde la posición $x = 6$ m hasta la posición $x = 2$ m y luego de la posición $x = 2$ m hasta la posición $x = 0$ m. Por lo tanto su desplazamiento es igual a $\Delta x = -6$ m y la longitud recorrida es $l = 6$ m

Ejemplo 4:

Un cuerpo que se desplaza en línea recta desde la posición $x = 6$ m hasta la posición $x = 12$ m y luego de la posición $x = 12$ m hasta la posición $x = 15$ m. Por lo tanto su desplazamiento es igual a $\Delta x = 9$ m y la longitud recorrida es $l = 9$ m

Preguntas integradoras

- ¿Dependerán los resultados de los cálculos en las actividades 1 y 2 (de las posiciones, el desplazamiento y la longitud recorrida), del sentido positivo que se le asigne al eje coordenado?
- ¿Dependerá el resultado de los cálculos en las actividades 1 y 2 (de las posiciones, el desplazamiento y la longitud recorrida), del origen asignado al eje coordenado? *Sobre el*

Sobre el tiempo

Actividad 1

Lo que puede pasar en 1 segundo

[Video](#)*Sobre Velocidad***VELOCIDAD**

LA VELOCIDAD MEDIA \bar{v} ES LA **RAZÓN DE CAMBIO** DE LA POSICIÓN:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (\text{en el SI se mide en m/s})$$

SI EL INTERVALO DE TIEMPO Δt ES MUY PEQUEÑO, LA VELOCIDAD ES LA INSTANTÁNEA v

ACELERACIÓN

LA ACELERACIÓN MEDIA \bar{a} ES LA **RAZÓN DE CAMBIO** DE LA VELOCIDAD:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (\text{en el SI se mide en m/s}^2)$$

SI EL INTERVALO DE TIEMPO Δt ES MUY PEQUEÑO, LA ACELERACIÓN ES LA INSTANTÁNEA a

Actividades complementariasActividad 1

Lo que puede suceder en un pequeñísimo intervalo de tiempo

[Video](#)

¿Qué te sorprendió?

Actividad 2

Será posible regresar al pasado

Se advierte, que por ahora, esto es **FICCIÓN**.

[Video](#)

¿Qué te sorprendió?

Actividad 3

Relatividad del tiempo (Teoría de la relatividad especial de Einstein)

[Video](#)

¿Qué te sorprendió?

Actividad 4

El GPS (Sistema de Posicionamiento Global)

[Video](#)

¿Qué te sorprendió?

ANEXO 2. Módulo 2

Contenido página web

MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS BÁSICOS

Copyright 2002 para Diego Luis Aristizábal Ramírez, profesor asociado de la Escuela de Física de la Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

Dos tipos de movimientos básicos son: el que se hace con *velocidad constante* (*movimiento uniforme* MU) y el que se hace con *aceleración constante* (*movimiento uniformemente variado* M.U.V).

Nota: En las simulaciones se toma como marco de referencia la carretera por donde se desplaza el auto y como sistema de coordenadas el eje X fijo a esta y apuntando hacia la derecha.

Movimiento uniforme (M.U)

En este movimiento la velocidad de la partícula (móvil) permanece constante: es decir, realiza desplazamientos iguales para intervalos de tiempos iguales. Activa la siguiente simulación.



Se observa que las respectivas gráficas temporales de las variables cinemáticas (posición, velocidad y aceleración) en el MU son:



Figura 1 a: x vs t

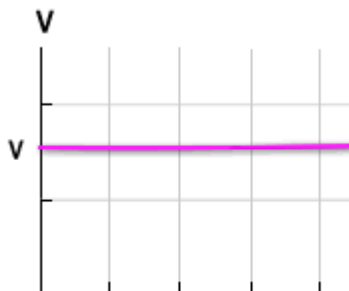


Figura 1 b: v vs t

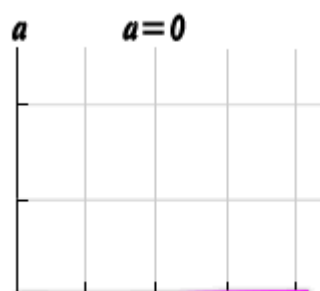
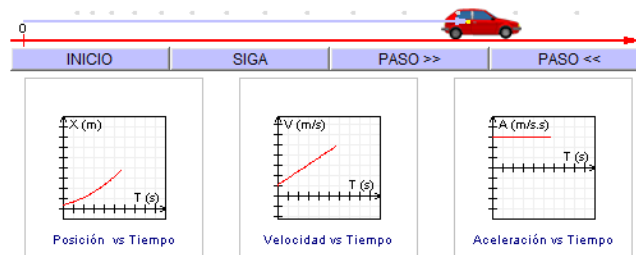


Figura 1 c: a vs t

Movimiento uniformemente variado (M.U.V):

En este caso el móvil no hace desplazamientos iguales en intervalos de tiempos iguales. En este movimiento permanece constante es la aceleración, es decir, el cambio de velocidad es el mismo para intervalos de tiempos iguales. En la siguiente animación se ilustra un móvil desplazándose con MUV acelerado. En este caso la velocidad y la aceleración tienen el mismo sentido en cada instante.



Un móvil desplazándose con M.U.V retardado se ilustra a continuación. En este caso la velocidad y la aceleración tienen sentidos opuestos en cada instante.



Como se observa las respectivas gráficas temporales de las variables cinemáticas en el MUV acelerado son :

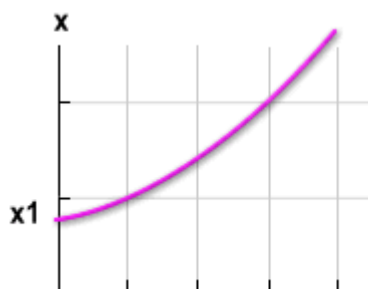


Figura 2 a: x vs t

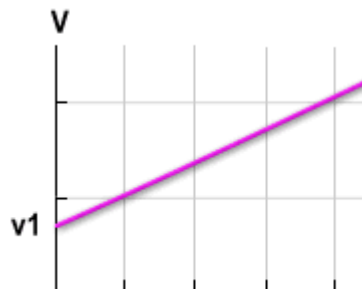


Figura 2 b: v vs t

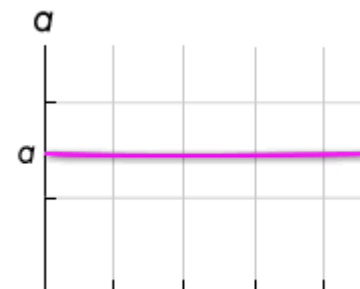


Figura 2 c: a vs t

Si el MUV es retardado las gráficas tienen las siguientes formas:



Figura 3a : x vs t

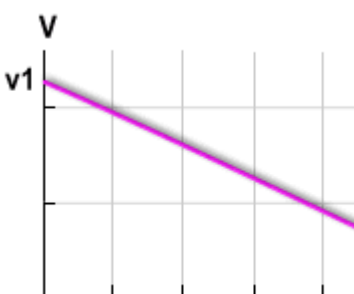


Figura 3 b: v vs t

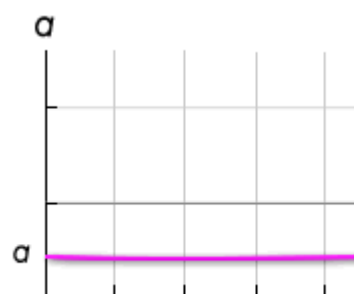


Figura 3 c: a vs t

Las gráficas expuestas tienen ligeras variaciones dependiendo de los valores de la posición inicial y de la velocidad inicial (esto es lo que en lenguaje de la física denominamos *condiciones iniciales*). Por ejemplo, si en un MUV que inicia desde una posición inicial igual a cero, con velocidad inicial negativa (apuntando a la izquierda) y aceleración positiva (apuntando a la derecha), el movimiento inicia retardado hasta que el móvil llega a tener velocidad cero y luego continúa acelerado aumentando su velocidad continuamente. Las respectivas gráficas serían:

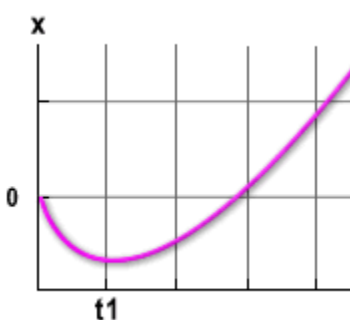


Figura 1 a: x vs t

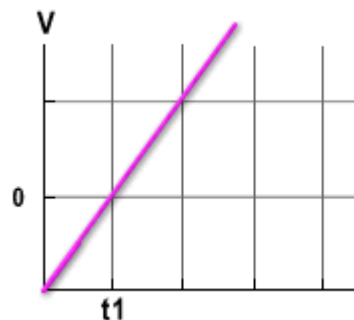


Figura 1 b: v vs t

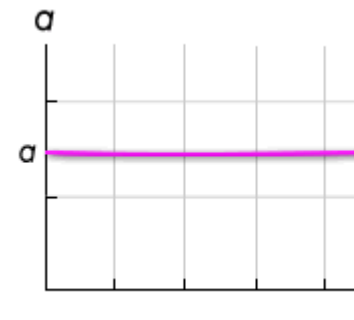
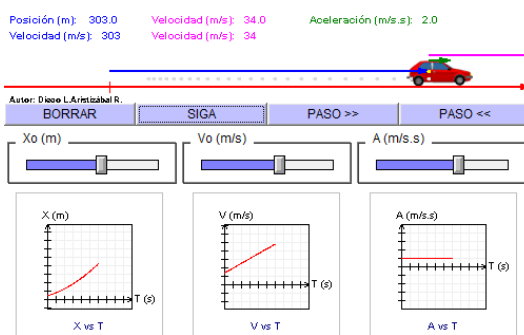


Figura 1 c: a vs t

En estas gráficas se puede observar perfectamente como el móvil en el instante t_1 tiene velocidad cero y posición mínima (pero aceleración diferente de cero).

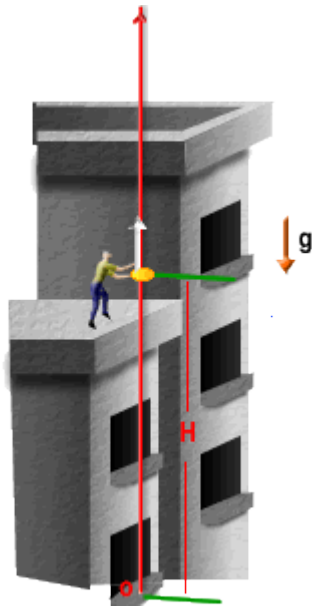
En la siguiente simulación se observa un móvil desplazándose bajo diferentes condiciones: mediante el uso de las barras deslizadoras se puede cambiar los valores de la posición inicial, la velocidad inicial y la aceleración.



Caída libre

Cuando un cuerpo se mueve verticalmente sólo bajo la acción de la fuerza de gravedad, decimos que está en "caída libre". Esto se da cuando un cuerpo lo lanzamos verticalmente hacia arriba o hacia abajo, o cuando simplemente lo dejamos caer.

Si la "caída libre" se realiza en nuestro planeta, la aceleración es igual a la aceleración de la gravedad (o simplemente gravedad) cuyo valor lo tomaremos igual a 9.80 m/s^2 (con tres cifras significativas). Debemos advertir que la aceleración de la gravedad es un vector que apunta siempre verticalmente hacia abajo.



Supongamos que una persona desde la azotea de un edificio lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba desde una altura H respecto a la acera (la cual escogeremos como nuestro origen del sistema de coordenadas). Si suponemos que nuestro eje coordenado (eje Y) apunta hacia arriba. (esto lo ilustramos en la figura 1), las correspondientes gráficas de la posición, la velocidad y la aceleración respecto al tiempo serán las de la figura 2.

En las gráficas podemos observar como el movimiento primero es MUV retardado, ya que la velocidad tiene sentido opuesto a la aceleración. El cuerpo lanzado llega a velocidad cero en su altura máxima (no confundir con aceleración cero) en el instante t_1 y de ahí en adelante el movimiento es MUV acelerado, pues su velocidad ya tiene el mismo sentido que la aceleración.

Insistimos en que el lector no debe concluir que en la altura máxima el cuerpo tiene aceleración cero. Lo que se anula en ese instante es su velocidad, pero su aceleración en todo su recorrido es igual a la aceleración de la gravedad 9.8 m/s^2 apuntando hacia abajo).

Figura 1

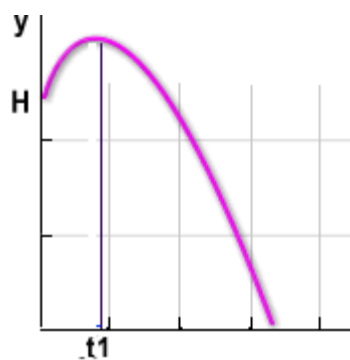


Figura 2 a

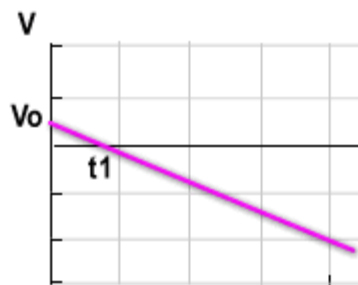
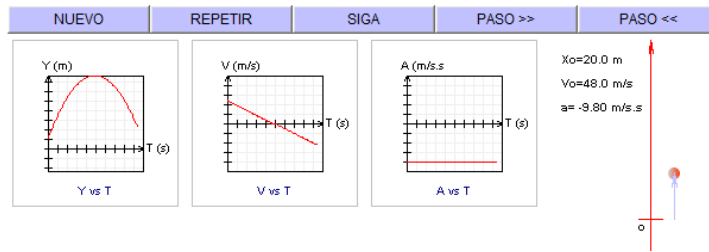


Figura 2 b



Figura 2 c

En la siguiente animación podrás observar un móvil desplazándose verticalmente solo bajo la acción de la fuerza de gravedad con diferentes condiciones. Una vez terminada la animación podrás cambiar las condiciones haciendo click en el botón con la etiqueta NUEVO.

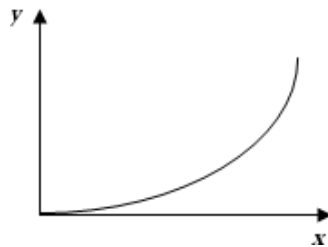


Taller de Afianzamiento**REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO**

Este taller fue proporcionado por la docente Yaneth Diosa

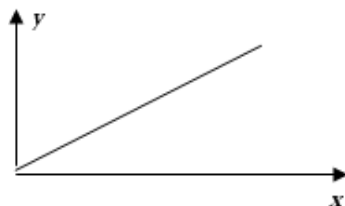
Preguntas de selección múltiple con única respuesta. Marque con una equis la opción correcta de acuerdo al enunciado y justifique su respuesta:

1. El gráfico mostrado corresponde a una relación:



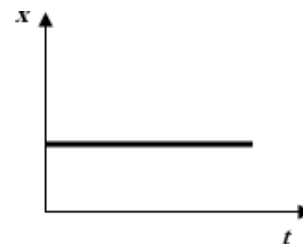
- a. Logarítmica.
- b. Lineal.
- c. Inversamente proporcional.
- d. Cuadrática.

2. El gráfico mostrado corresponde a una relación:



- a. Cúbica.

4. El gráfico nos muestra la posición de un cuerpo en función del tiempo. Dicho gráfico nos permite afirmar que el cuerpo:



- a. Tiene velocidad constante.
- b. Se mueve aceleradamente.
- c. No se mueve.
- d. Desacelera.

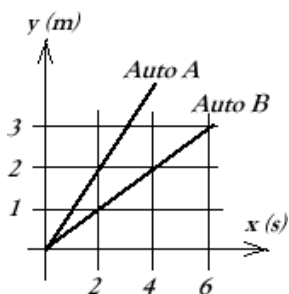
5. La gráfica ilustra el comportamiento de la velocidad de un cuerpo en función del tiempo. De ella se puede deducir que el cuerpo:

b. Lineal.

c. Inversamente proporcional.

d. Cuadrática.

3. Si la pendiente de la recta representa la velocidad se puede afirmar que:



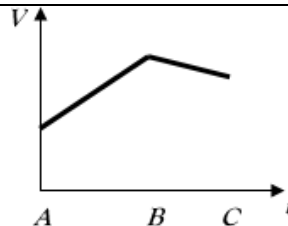
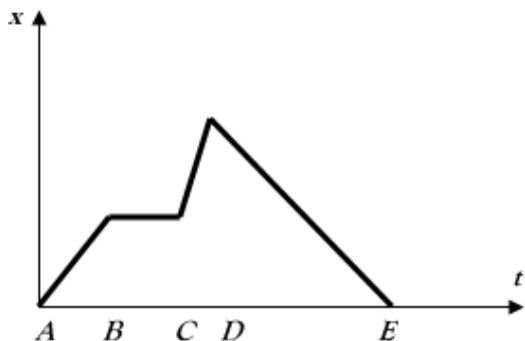
a. El auto A lleva menor velocidad.

b. El auto B lleva mayor velocidad.

c. Ambos autos llevan la misma velocidad.

d. El auto A lleva mayor velocidad.

De acuerdo al siguiente gráfico responda las preguntas 7, 8 y 9:



a. Parte sin velocidad inicial.

b. Tiene igual velocidad inicial y final.

c. Tiene aceleración constante en el intervalo desde A hasta B.

d. Desacelera desde A hasta B.

6. En el movimiento uniformemente acelerado no se cumple que:

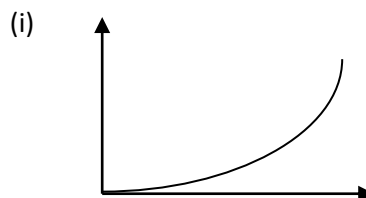
a. La gráfica de la aceleración contra tiempo es una línea horizontal.

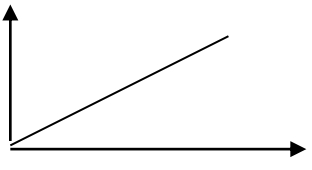
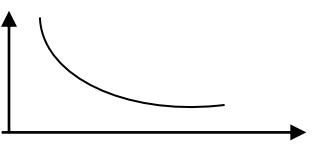
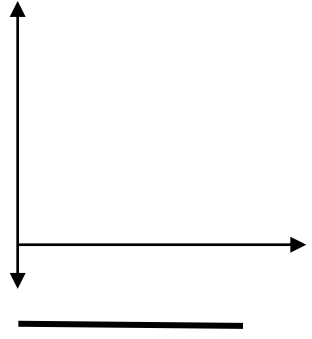
b. La velocidad aumenta.

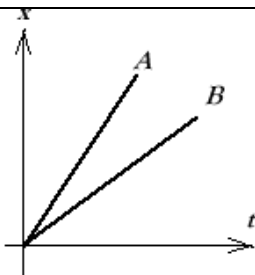
c. La aceleración aumenta.

d. La gráfica de posición contra tiempo es una parábola.

Conteste las preguntas 11, 12 y 13 con base en los siguientes gráficos:

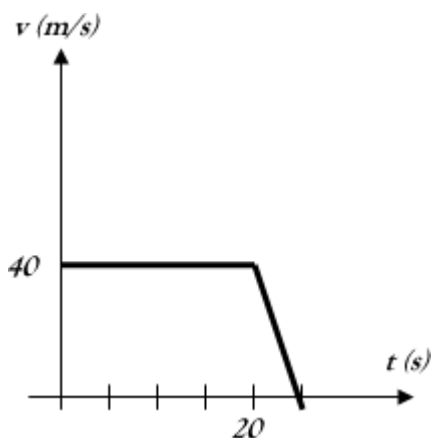


<p>7. En la gráfica, la pendiente significa:</p> <ul style="list-style-type: none">a. Distancia.b. Tiempo.c. Aceleración.d. Velocidad. <p>8. El cuerpo alcanza la máxima velocidad en el tramo:</p> <ul style="list-style-type: none">a. ABb. BCc. CDd. DE <p>9. En el gráfico se puede verificar que:</p> <ul style="list-style-type: none">a. La velocidad en el tramo BC es igual a la del tramo CD.b. En todos los tramos la aceleración es cero.c. En el tramo DE el cuerpo desacelera.d. La velocidad en el punto A es máxima. <p>10. Del gráfico de posición contra tiempo de dos móviles, podemos concluir:</p>	<p>(II)</p>  <p>(III)</p>  <p>(IV)</p>  <p>11. El gráfico que ilustra la relación entre la posición y el tiempo durante el ascenso vertical de un cuerpo es:</p> <ul style="list-style-type: none">a. (I)
--	---



- a. Que ambos cuerpos se mueven uniformemente con velocidades iguales.
- b. Que el cuerpo A tiene mayor aceleración que el cuerpo B.
- c. Que la velocidad del cuerpo A es mayor que la del cuerpo B.
- d. Que ambos movimientos son M.U.A.

14.Cuál de los siguientes enunciados describe con palabras la situación representada en el gráfico:



- a. Un bus avanza con velocidad constante de 40 m/s, durante 20 segundos; debe aplicar los frenos frente a un semáforo y parar en 5 segundos.

- b. (II)
- c. (III)
- d. (IV)

12. El gráfico que ilustra la relación entre la velocidad y el tiempo durante la caída de un cuerpo es:

- a. (I)
- b. (II)
- c. (III)
- d. (IV)

13. El gráfico que ilustra la relación entre la aceleración y el tiempo en una caída libre es:

- a. (I)
- b. (II)
- c. (III)
- d. (IV)

- | | |
|--|--|
| <p>b. Un bus avanza con velocidad constante de 2 m/s durante 20 segundos. Aplica los frenos y para instantáneamente.</p> <p>c. Un bus acelera uniformemente durante 20 segundos. Luego se mueve con velocidad constante durante 5 segundos.</p> <p>d. Un bus acelera uniformemente durante 20 segundos hasta alcanzar una velocidad de 40 m/s. Luego frena frente a un semáforo y para en 5 segundos.</p> <p>15. En el movimiento vertical (subida), la velocidad cuando el cuerpo alcanza la altura máxima es:</p> <p>a. Máxima.</p> <p>b. 9.8 m/s.</p> <p>c. Constante.</p> <p>d. Cero.</p> <p>16. Cuando una pelota es lanzada verticalmente hacia arriba se cumple que:</p> <p>a. Durante la subida su aceleración disminuye.</p> <p>b. Durante la caída la velocidad es constante.</p> <p>c. La aceleración es negativa tanto en la subida como en la caída.</p> <p>d. La aceleración depende de la fuerza del lanzamiento.</p> | |
|--|--|

Anexo 3: Módulo 3. Guías para laboratorios simulados**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
LABORATORIO SIMULADO DE FÍSICA
PRÁCTICA: MOVIMIENTO UNIFORME
GUÍA DE TRABAJO**

Autor: Diego Luis Aristizábal Ramírez

Profesor Asociado de la Escuela de Física, Universidad Nacional de Colombia, Medellín
Enero de 2012

Objetivos

- Interpretar las gráficas de cinemática para el MU (Movimiento Rectilíneo Uniforme).

Material

- Computador.
- Hoja de papel milimetrado.
- Software: **PhysicsSensor** (Experimento de MU y Regresión Lineal).

Fundamento teórico

Cuando un cuerpo que se mueve en línea recta realiza en intervalos de tiempos (Δt) iguales desplazamientos (Δx) también iguales, se dice que su movimiento es uniforme (MU). En este movimiento la velocidad (V) es constante y la aceleración es nula ($a = 0$).

Partiendo de la ecuación,

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

[1]

se obtiene,

$$x = x_i + Vt$$

[2]

en donde se ha supuesto que ya elegidos un marco de referencia y un sistema de coordenadas, la posición en el tiempo inicial $t_i = 0$ es x_i (posición inicial). Si adicionalmente ésta se elige igual a cero, se obtiene,

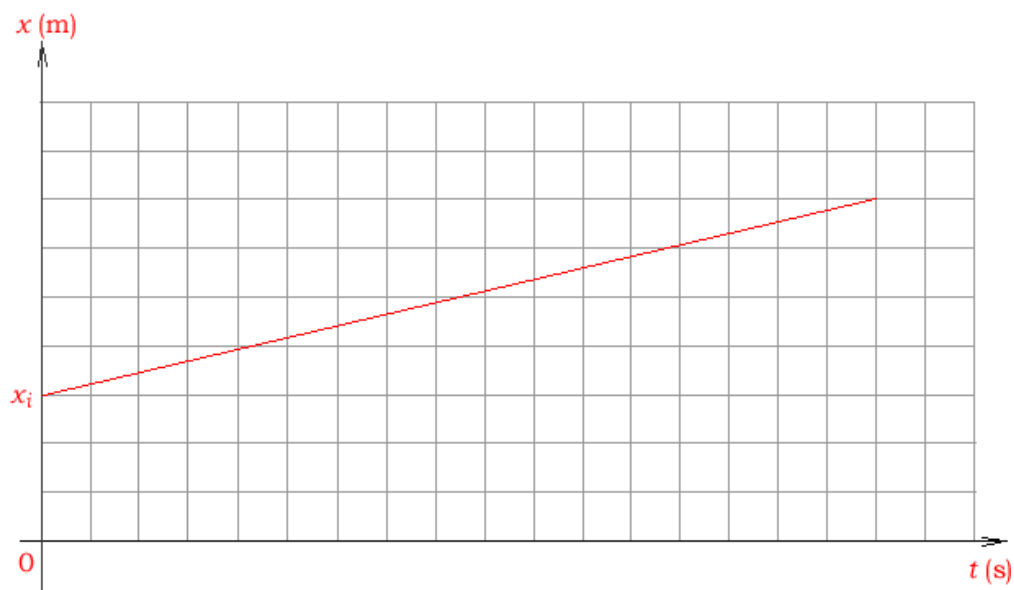
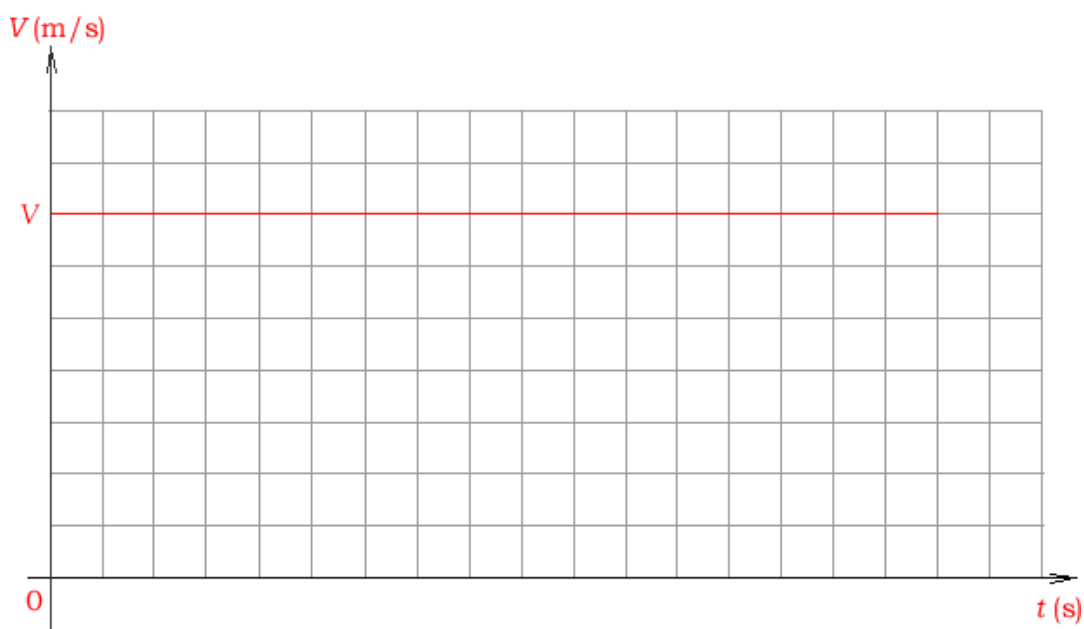
$$x = Vt \quad [3]$$

Tener SIEMPRE PRESENTE que posición, desplazamiento y longitud recorrida ("distancia") son conceptos diferentes.

Se deduce de la ecuación [1] que la pendiente de la gráfica x vs t es la velocidad del cuerpo. Adicionalmente de la ecuación [2] se observa que si el movimiento es MU, la gráfica x vs t corresponde a una línea recta cuya pendiente es la velocidad (V) y cuyo intercepto con las ordenadas es la posición inicial (x_i).

Tener SIEMPRE PRESENTE que gráfica y trayectoria son conceptos diferentes.

En las figuras 1, 2 y 3 se ilustran las gráficas cinemáticas correspondientes a un MU.

Figura 1: Gráfica de posición contra tiempo (x vs t)Figura 2: Gráfica de velocidad contra tiempo (V vs t)

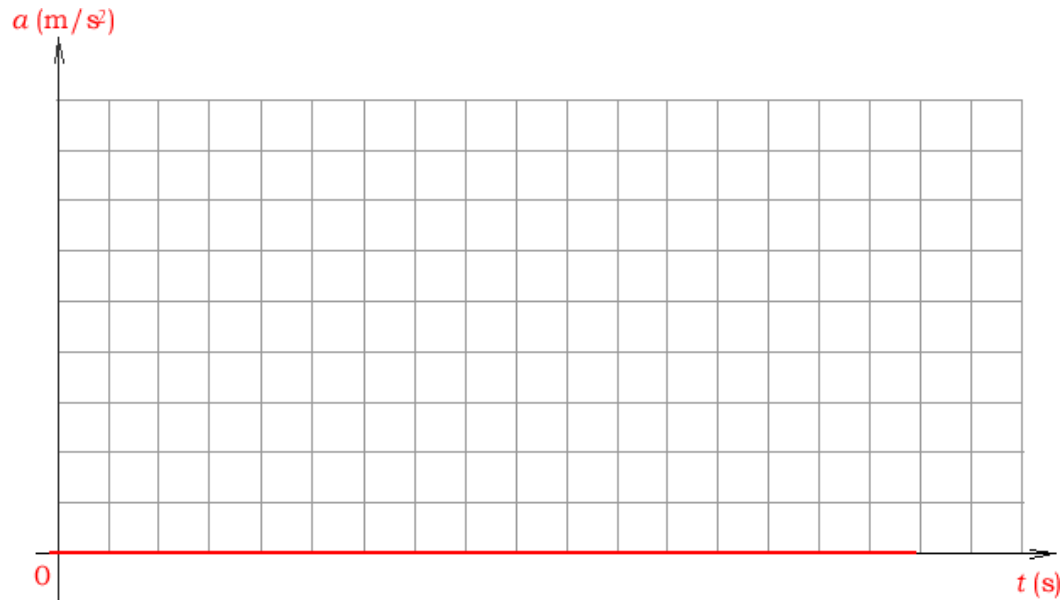


Figura 3: Gráfica de aceleración contra tiempo (a vs t)

Tener SIEMPRE PRESENTE que:

- La pendiente de la gráfica cinemática x vs t corresponde a la velocidad del cuerpo.
- La pendiente de la gráfica cinemática V vs t corresponde a la aceleración del cuerpo.
- El área bajo la curva de la gráfica cinemática V vs t corresponde al cambio de posición del cuerpo (es decir, corresponde a su desplazamiento: **NO** corresponde **NI** a la posición **NI** a la longitud recorrida).
- El área bajo la curva de la gráfica cinemática a vs t corresponde al cambio de velocidad del cuerpo.

Metodología (Procedimiento)

- Ejecutar el programa de **PhysycsSensor** correspondiente a la simulación titulada "Experimento de Movimiento Rectilíneo Uniforme MU)". Se desplegará la GUI (de sus siglas en inglés, Interfaz Gráfica de Usuario) de la figura 4.

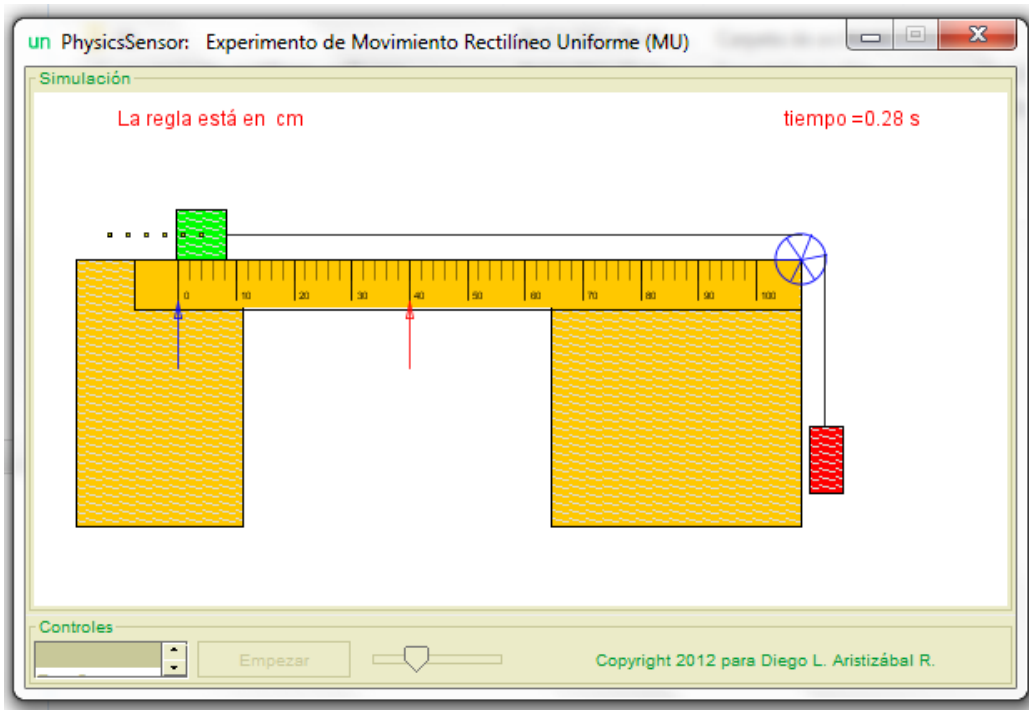


Figura 4: GUI del la simulación a emplear.

- Utilizar cinco minutos para familiarizarse con los controles que permiten interactuar con la simulación.
- En el control ubicado en la izquierda de la parte inferior de la GUI, se selecciona el experimento a realizar de una lista de cinco. En la tabla 1 se dan los valores de velocidad de estos experimentos empleados en esta simulación.

Número del experimento	Valor de velocidad en cm/s
1	32
2	42
3	50
4	73
5	82

Tabla 1: Valores de la velocidad para cada uno de los experimentos de la simulación

- Elegir uno de los experimentos a trabajar (o si es del caso, su profesor o monitor lo asignará).

- Tomar como marco de referencia la mesa que se presenta en la simulación y como sistema de coordenadas el eje x con su origen en el punto cero de la regla y apuntando hacia la polea (este será su sentido positivo).

Tener SIEMPRE PRESENTE que la gráfica de x vs t dependerá del sistema de coordenadas empleado (su origen y sentido).

- Con base en este sistema de coordenadas llenar la tabla 2.

Tiempo t (s)	0									
Posición x (cm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90

Tabla 2: Datos obtenidos en el experimento

Resultados y su análisis

- Usar papel milimetrado para graficar x vs t y obtener el valor de la velocidad del cuerpo calculando su pendiente.
- Considerar como valor convencionalmente verdadero el de la tabla 1 para reportar el porcentaje de error.
- Emplear el módulo para realizar regresión lineal de **PhysicsSensor** para repetir la gráfica x vs t con los datos de la tabla 2 y obtener de nuevo el valor de la velocidad del cuerpo y el porcentaje de error.

Actividades adicionales

- Reconstruir la tabla 2 eligiendo como sistema de coordenadas el eje x con origen sobre la posición 100 de la regla y apuntando desde la polea hacia la izquierda de la pantalla del computador. Adicionalmente:
 - reelaborar la gráfica empleando el módulo de **PhysicsSensor** para hacer la regresión lineal,
 - esbozar con un dibujo rápido la nueva gráfica de velocidad contra tiempo,
 - escribir la ecuación correspondiente a la fórmula [2].

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
LABORATORIO SIMULADO DE FÍSICA
PRÁCTICA: MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE VARIADO (I)
GUÍA DE TRABAJO

Autor: Diego Luis Aristizábal Ramírez
Profesor Asociado de la Escuela de Física, Universidad Nacional de Colombia, Medellín
Enero de 2012

Objetivos

- Interpretar las gráficas de cinemática para el MUV (Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado).

Material

- Computador.
- Hoja de papel milimetrado.
- Software: **PhysicsSensor** (Experimento de MUV, Regresión Lineal y Regresión Cuadrática).

Fundamento teórico

Cuando un cuerpo que se mueve en línea recta realiza en intervalos de tiempos (Δt) iguales cambios de velocidad (ΔV) también iguales, se dice que su movimiento es uniformemente variado (MUV). En este movimiento la aceleración (a) es constante.

Partiendo de la ecuación,

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad [1]$$

se obtiene,

$$V = V_i + at \quad [2]$$

en donde se ha supuesto que ya elegidos un marco de referencia y un sistema de coordenadas, las condiciones iniciales (condiciones en el tiempo inicial $t_i = 0$), son x_i (posición inicial) y V_i (velocidad inicial).

Se deduce de la ecuación [1] que la pendiente de la gráfica V vs t es la aceleración (a) del cuerpo. Adicionalmente de la ecuación [2] se observa que para el MUV, la gráfica V vs t corresponde a una línea recta inclinada, figura 1, cuya pendiente es la aceleración (a), cuyo intercepto con las ordenadas es la velocidad inicial (V_i) y cuya área bajo la curva (en este caso, bajo la recta) es igual al desplazamiento (Δx): esto último permitirá deducir la expresión algebraica de la posición (x) en función del tiempo (t).

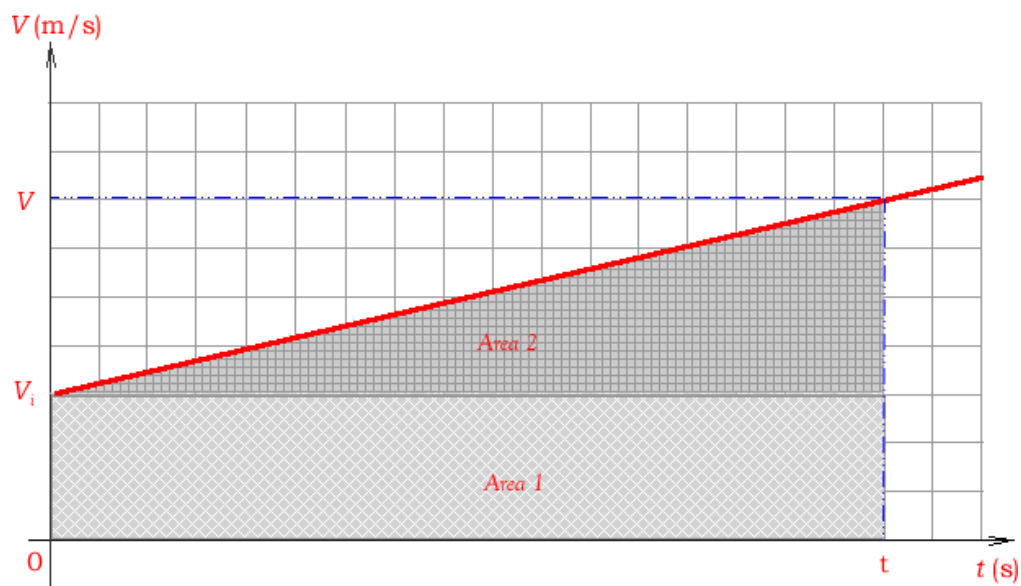


Figura 1: La línea roja corresponde a la gráfica V vs t para un MUV.

Tener SIEMPRE PRESENTE que posición, desplazamiento y longitud recorrida ("distancia") son conceptos diferentes.

Tener SIEMPRE PRESENTE que:

- La pendiente de la gráfica cinemática x vs t corresponde a la velocidad del cuerpo.
- La pendiente de la gráfica cinemática V vs t corresponde a la aceleración del cuerpo.
- El área bajo la curva de la gráfica cinemática V vs t corresponde al cambio de posición del cuerpo (es decir, corresponde a su desplazamiento: **NO** corresponde **NI** a la posición **NI** a la longitud recorrida).

- El área bajo la curva de la gráfica cinemática a vs t corresponde al cambio de velocidad del cuerpo.

De la figura 1 se deduce que el área bajo la recta es:

$$\Delta x = V_i \times t + \frac{1}{2} \times (V - V_i) \times t$$

[3]

Combinando las ecuaciones [2] y [3] se obtiene,

$$\Delta x = V_i t + \frac{1}{2} a t^2$$
$$x = x_i + V_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

[4]

Tener SIEMPRE PRESENTE que:

- La gráfica de x vs t en el MU es una línea recta inclinada.
- La gráfica de x vs t en el MUV es una parábola.
- La gráfica de V vs t en el MU es una línea recta horizontal.
- La gráfica de V vs t en el MUV es una línea recta inclinada.
- La gráfica de a vs t en el MUV es una línea recta horizontal.

En las figuras 2, 3 y 4 se ilustra las gráficas cinemáticas correspondientes a un MUV.

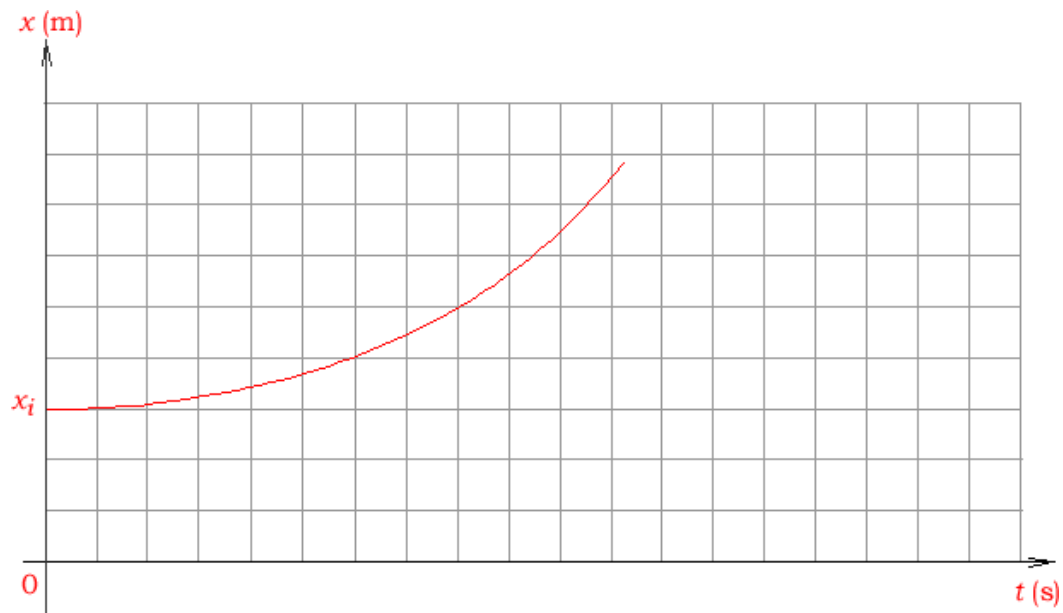


Figura 2: Gráfica de posición contra tiempo (x vs t). Es una parábola

Tener SIEMPRE PRESENTE que gráfica y trayectoria son conceptos diferentes.

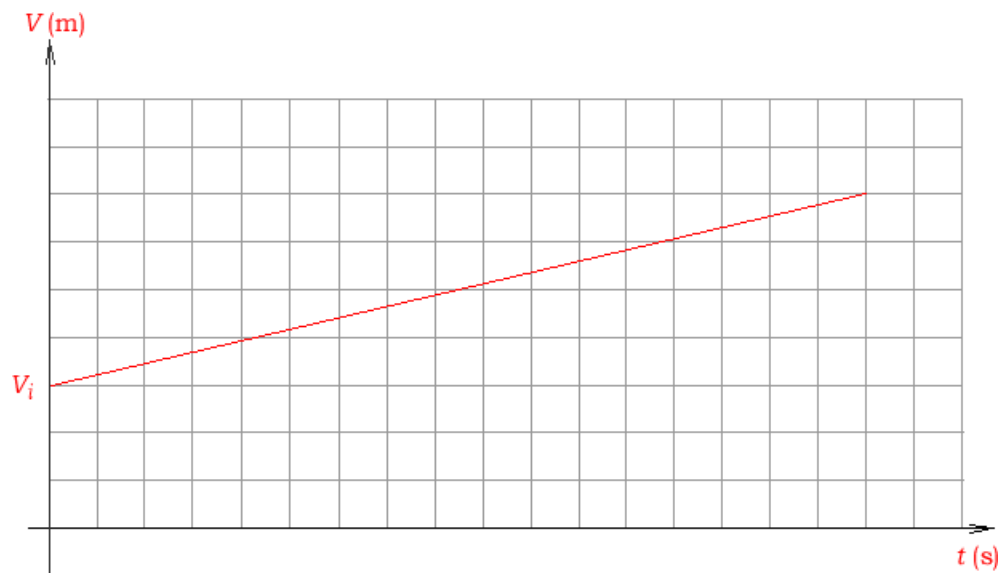


Figura 3: Gráfica de velocidad contra tiempo (V vs t). Es una línea recta inclinada

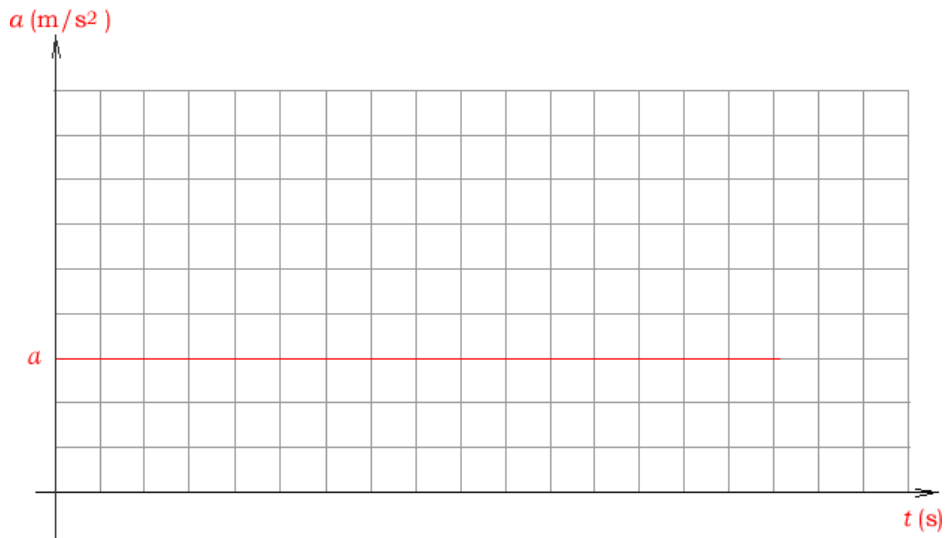


Figura 4: Gráfica de aceleración contra tiempo (a vs t). Es una línea recta horizontal

Metodología (Procedimiento)

- Ejecutar el programa de **PhysycsSensor** correspondiente a la simulación titulada "Experimento de Movimiento Rectilíneo Uniforme (MUV)". Se desplegará la GUI (de sus siglas en inglés, Interfaz Gráfica de Usuario) de la figura 5.

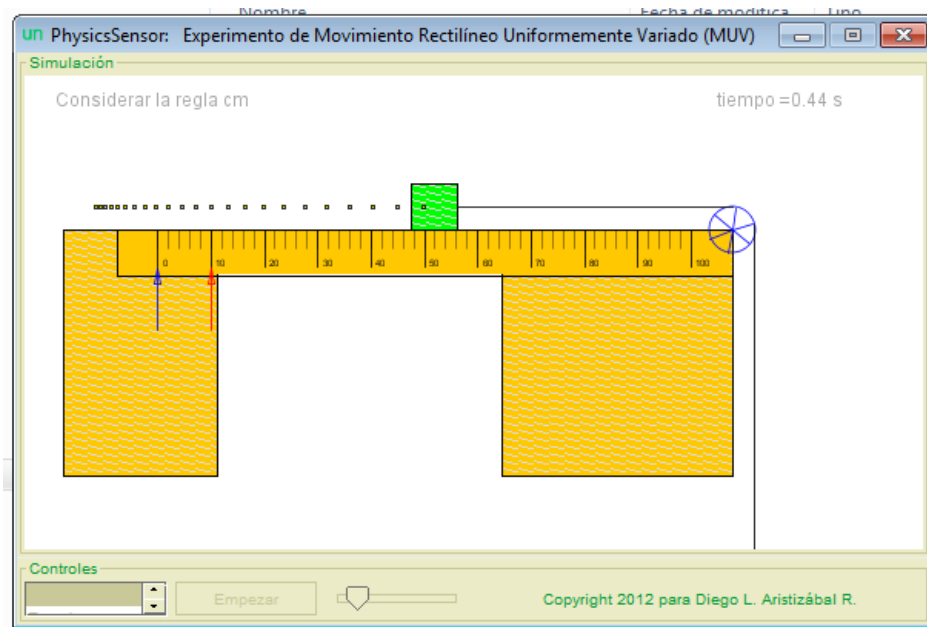


Figura 5: GUI de la simulación a emplear.

- Utilizar cinco minutos para familiarizarse con los controles que permiten interactuar con la simulación.
- En el control ubicado en la izquierda de la parte inferior de la GUI, se selecciona el experimento a realizar de una lista de cinco. En la tabla 1 se dan los valores de velocidad inicial y de aceleración de estos experimentos empleados en esta simulación.

Número del experimento	Valor de velocidad inicial en cm/s	Aceleración en cm/s^2
1	5	10
2	5	15
3	8	20
4	5	30
5	10	40

Tabla 1: Valores de la velocidad inicial y de la aceleración para cada uno de los experimentos de la simulación

- Elegir uno de los experimentos a trabajar (o si es del caso, su profesor o monitor lo asignará).
- Tomar como marco de referencia la mesa que se presenta en la simulación y como sistema de coordenadas el eje x con su origen en el punto cero de la regla y apuntando hacia la polea (este será su sentido positivo).

Tener SIEMPRE PRESENTE que la gráfica de $xvst$ dependerá del sistema de coordenadas empleado (su origen y sentido).

- Con base en este sistema de coordenadas llenar la tabla 2.

Tiempo t (s)	0									
Posición x (cm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90

Tabla 2: Datos obtenidos en el experimento

Resultados y su análisis

- Graficar x vs t usando papel milimetrado.
- Emplear el módulo de regresión cuadrática de **PhysicsSensor** para repetir la gráfica x vs t con los datos de la tabla 2. Obtener el valor de la velocidad inicial del cuerpo y el valor de la aceleración. Considerar como valores convencionalmente verdaderos los de la tabla 1 para reportar los porcentajes de error.

Actividades adicionales

- Emplear el software de regresión lineal de **PhysycsSensor** para elaborar la gráfica de velocidad contra tiempo (V vs t). Para esto, en primera instancia, a partir de la tabla 2 construir la tabla 3, empleando la expresión de velocidad,

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t}.$$

[illegible]

Tabla 3: Tabla de velocidad vs tiempo

- De la gráfica anterior obtener:
 - el valor de la aceleración,
 - el valor de la velocidad inicial,
 - el valor del desplazamiento entre los instantes 0,5 s y 1.0 s. Comparar el resultado con el que se obtiene empleando la fórmula [4].
- Reconstruir la tabla 2 eligiendo como sistema de coordenadas el eje x con origen sobre la posición 100 de la regla y apuntando desde la polea hacia la izquierda de la pantalla del computador. Adicionalmente:
 - reelaborar la gráfica de x vs t empleando el módulo de **PhysicsSensor** para hacer la regresión cuadrática,
 - esbozar con un dibujo la nueva gráfica de velocidad contra tiempo,
 - escribir la ecuación correspondiente a la fórmula [4].

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
LABORATORIO SIMULADO DE FÍSICA
PRÁCTICA: MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE VARIADO (II)
GUÍA DE TRABAJO

Autor: Diego Luis Aristizábal Ramírez
Profesor Asociado de la Escuela de Física, Universidad Nacional de Colombia, Medellín
Enero de 2012

Objetivos

- Interpretar las gráficas de cinemática para el MUV (Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado).

Material

- Computador.
- Hoja de papel milimetrado.
- Software: **PhysicsSensor** (Experimento de MUV, Regresión Lineal y Regresión Cuadrática).

Fundamento teórico

En la práctica I sobre MUV se dedujeron las siguientes expresiones:

$$V = V_i + at$$

[1]

$$x = x_i + V_i t + \frac{1}{2} at^2$$

[2]

En estas, tanto la velocidad inicial como la aceleración son vectores que apuntan en el mismo sentido de la orientación del eje coordenado elegido. En esta práctica, el movimiento será un MUV retardado (MUV_R), en cuyo caso la aceleración (que sigue siendo constante) tendrá sentido opuesto a la velocidad inicial. Si se elige la orientación del eje coordenado en el mismo sentido de la velocidad inicial (y por ende, el sentido contrario de la aceleración), las ecuaciones [1] y [2] se transforman en,

$$V = V_i - at$$

[3]

$$x = x_i + V_i t - \frac{1}{2} a t^2$$

[4]

Tener SIEMPRE PRESENTE que ya elegidos un marco de referencia y un sistema de coordenadas, las condiciones iniciales (condiciones en el tiempo inicial $t_i = 0$), son x_i (posición inicial) y V_i (velocidad inicial).

De la ecuación [3] se concluye, que en este caso, la gráfica V vs t corresponde a una línea recta inclinada en forma descendente (pendiente negativa), figura 1, cuya pendiente es la aceleración (a), cuyo intercepto con las ordenadas es la velocidad inicial (V_i) y cuya área bajo la curva (en este caso, bajo la recta) es igual al desplazamiento (Δx): esto último permitirá deducir la expresión algebraica de la posición (x) en función del tiempo (t), o sea la ecuación [4].

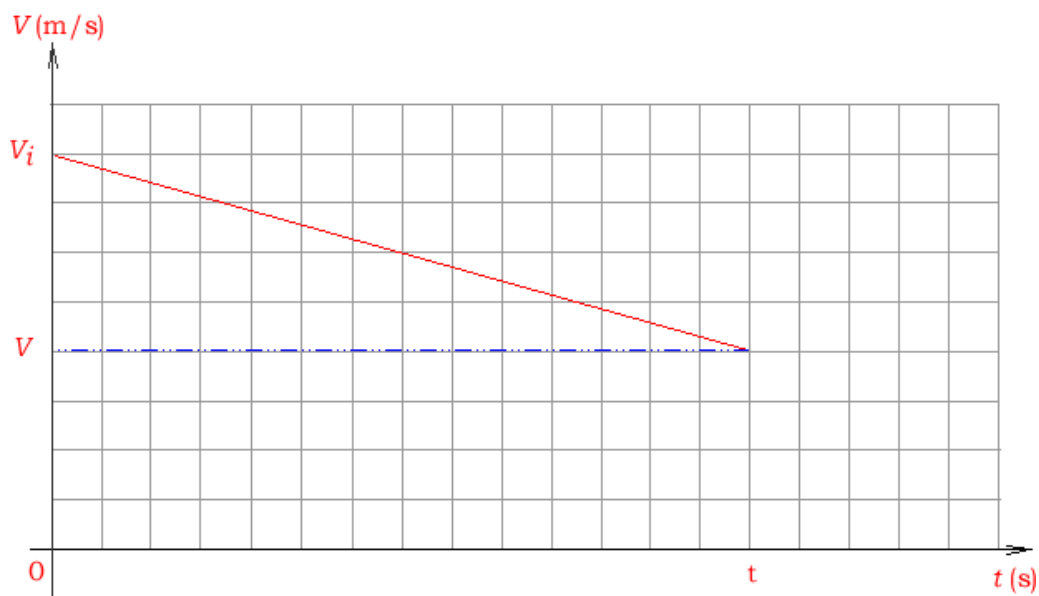


Figura 1: La línea roja corresponde a la gráfica V vs t para un MUV.

Tener SIEMPRE PRESENTE que posición, desplazamiento y longitud recorrida ("distancia") son conceptos diferentes.

Tener SIEMPRE PRESENTE que:

- La pendiente de la gráfica cinemática x vs t corresponde a la velocidad del cuerpo.
- La pendiente de la gráfica cinemática V vs t corresponde a la aceleración del cuerpo.
- El área bajo la curva de la gráfica cinemática V vs t corresponde al cambio de posición del cuerpo (es decir, corresponde a su desplazamiento: **NO** corresponde **NI** a la posición **NI** a la longitud recorrida).
- El área bajo la curva de la gráfica cinemática a vs t corresponde al cambio de velocidad del cuerpo.

De la figura 1 se deduce que el área bajo la recta es:

$$\Delta x = V_i \times t - \frac{1}{2} \times (V_i - V) \times t$$

[5]

Combinando las ecuaciones [3] y [5] se obtiene,

$$\Delta x = V_i t - \frac{1}{2} a t^2$$

$$x = x_i + V_i t - \frac{1}{2} a t^2$$

[4]

Tener SIEMPRE PRESENTE que:

- La gráfica de x vs t en el MU es una línea recta inclinada.
- La gráfica de x vs t en el MUV es una parábola.
- La gráfica de V vs t en el MU es una línea recta horizontal.
- La gráfica de V vs t en el MUV es una línea recta inclinada.
- La gráfica de a vs t en el MUV es una línea recta horizontal.

En las figuras 2, 3 y 4 se ilustra las gráficas cinemáticas correspondientes a un MUV.

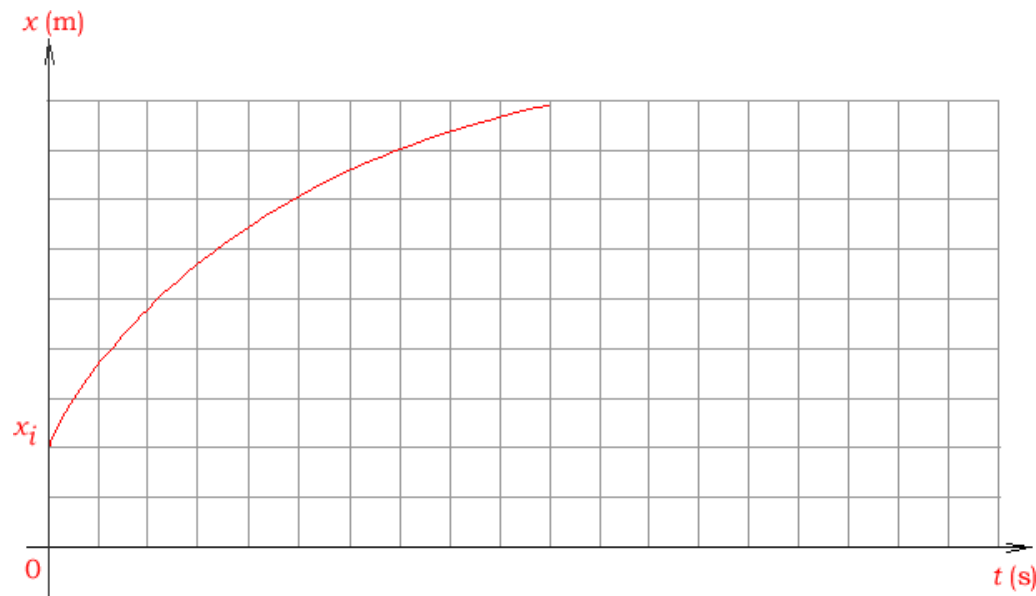


Figura 2: Gráfica de posición contra tiempo (x vs t). Es una parábola

Tener SIEMPRE PRESENTE que gráfica y trayectoria son conceptos diferentes.

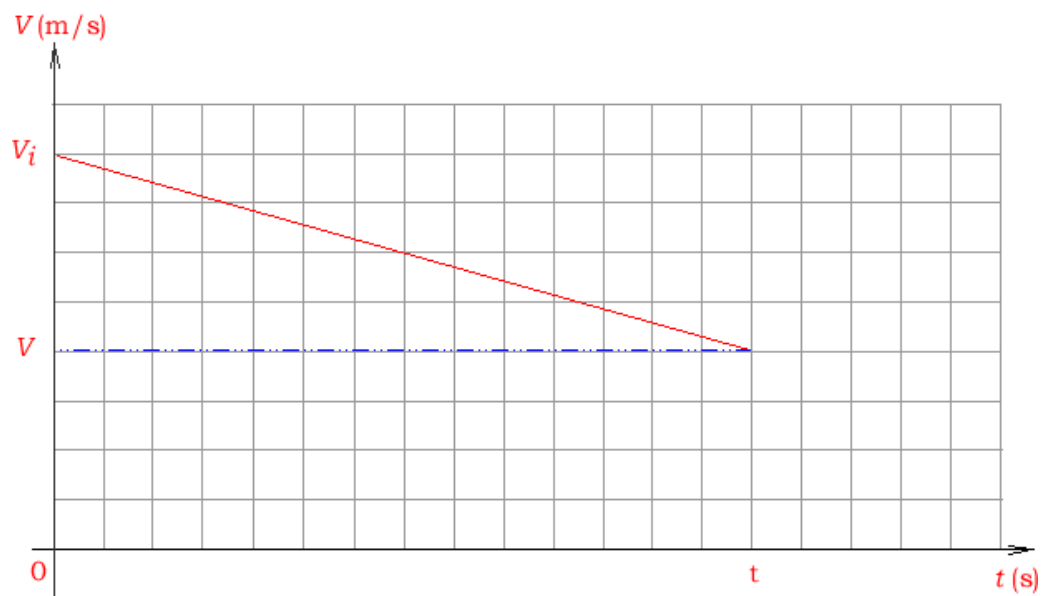


Figura 3: Gráfica de velocidad contra tiempo (V vs t). Es una línea recta inclinada

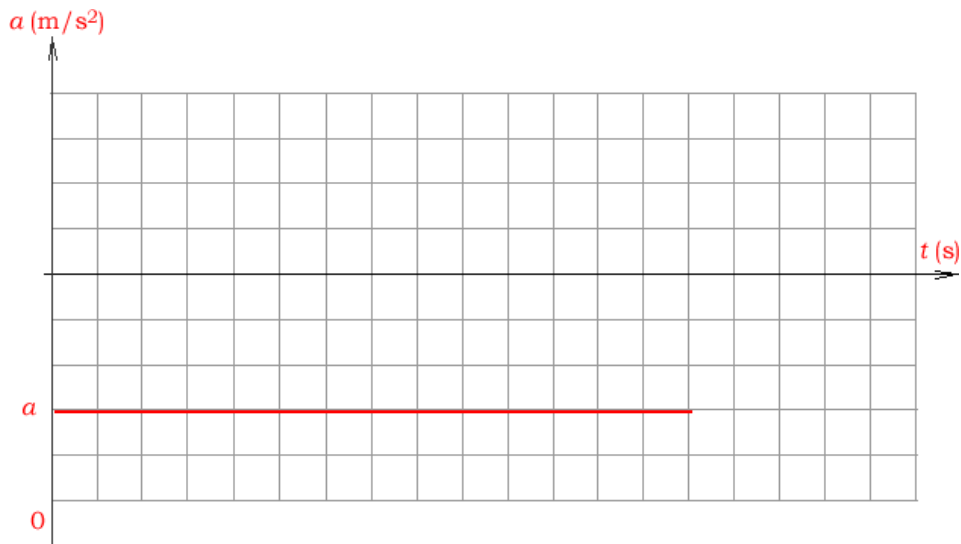


Figura 4: Gráfica de aceleración contra tiempo (a vs t). Es una línea recta horizontal

Metodología (Procedimiento)

- Ejecutar el programa de **PhysycsSensor** correspondiente a la simulación titulada "PhysicsSensor: Experimento de MUV retardado)". Se desplegará la GUI (de sus siglas en inglés, Interfaz Gráfica de Usuario) de la figura 5.

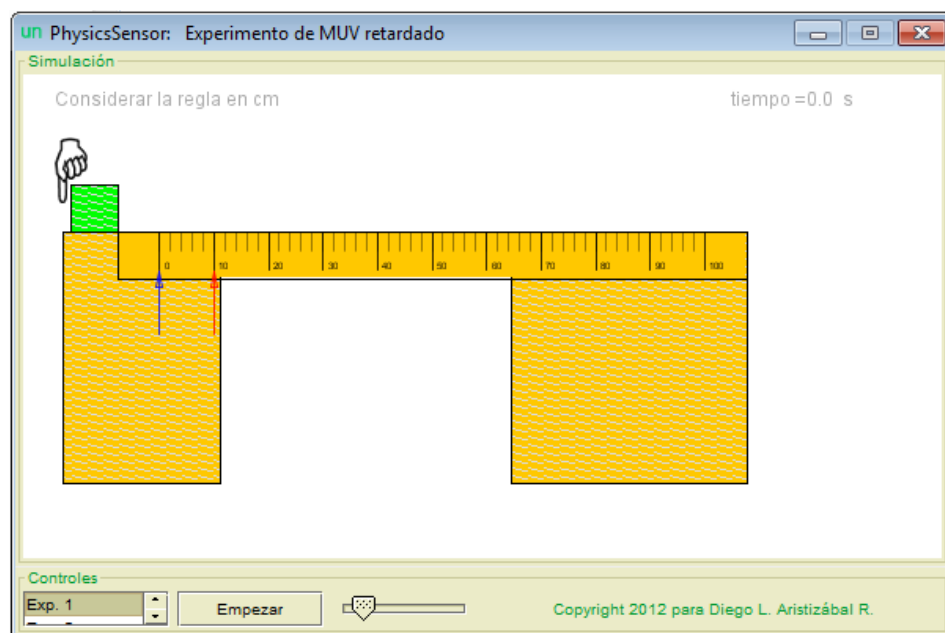


Figura 5: GUI de la simulación a emplear.

- Utilizar cinco minutos para familiarizarse con los controles que permiten interactuar con la simulación.
- En el control ubicado en la izquierda de la parte inferior de la GUI, se selecciona el experimento a realizar de una lista de cinco. En la tabla 1 se dan los valores de velocidad inicial y de aceleración de estos experimentos empleados en esta simulación.

Número del experimento	Valor de velocidad inicial en cm/s	Aceleración en cm/s ²
1	100	50
2	143	100
3	174	150
4	200	200
5	225	250

Tabla 1: Valores de la velocidad inicial y de la aceleración para cada uno de los experimentos de la simulación

- Elegir uno de los experimentos a trabajar (o si es del caso, su profesor o monitor lo asignará).
- Tomar como marco de referencia la mesa que se presenta en la simulación y como sistema de coordenadas el eje x con su origen en el punto cero de la regla y apuntando hacia la polea (este será su sentido positivo).

Tener SIEMPRE PRESENTE que la gráfica de x vs t dependerá del sistema de coordenadas empleado (su origen y sentido).

- Con base en este sistema de coordenadas llenar la tabla 2.

Tiempo t (s)	0									
Posición x (cm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90

Tabla 2: Datos obtenidos en el experimento

Resultados y su análisis

- Graficar x vs t usando papel milimetrado.
- Emplear el módulo de regresión cuadrática de **PhysicsSensor** para repetir la gráfica x vs t con los datos de la tabla 2. Obtener el valor de la velocidad inicial del cuerpo y el valor de la aceleración. Considerar como valores

convencionalmente verdaderos los de la tabla 1 para reportar los porcentajes de error.

Actividades adicionales

- Emplear el software de regresión lineal de **PhysycsSensor** para elaborar la gráfica de velocidad contra tiempo (V vs t). Para esto, en primera instancia, a partir de la tabla 2 construir la tabla 3, empleando la expresión de velocidad,

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t}.$$

Tiempo $t = \frac{t_1 + t_2}{2}$ (s)	Velocidad $V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$ (cm/s)

Tabla 3: Tabla de velocidad vs tiempo

- De la gráfica anterior obtener:
 - el valor de la aceleración,
 - el valor de la velocidad inicial,
 - el valor del desplazamiento entre los instantes 0,5 s y 1.0 s. Comparar el resultado con el que se obtiene empleando la fórmula [4].
- Reconstruir la tabla 2 eligiendo como sistema de coordenadas el eje x con origen sobre la posición 100 de la regla y apuntando hacia la izquierda de la pantalla del computador. Adicionalmente:
 - reelaborar la gráfica de x vs t empleando el módulo de **PhysicsSensor** para hacer la regresión cuadrática,

- esbozar con un dibujo la nueva gráfica de velocidad contra tiempo,
- escribir la ecuación correspondiente a la fórmula [4].

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
LABORATORIO SIMULADO DE FÍSICA
PRÁCTICA: MEDIDA DE LA GRAVEDAD (II)
GUÍA DE TRABAJO

Autor: Diego Luis Aristizábal Ramírez
Profesor Asociado de la Escuela de Física, Universidad Nacional de Colombia, Medellín
Enero de 2012

Objetivos

- Medir la aceleración de la gravedad

Material

- Computador.
- Software: **PhysicsSensor** (Experimento de Caída Libre, Regresión Cuadrática).

Fundamento teórico

Cuando un cuerpo se mueve verticalmente sólo bajo la acción de la fuerza de gravedad (despreciando la fricción y el empuje debido al aire) se desplaza con MUV con una aceleración igual a 9.80 m.s^{-2} (aceleración de la gravedad g)

Elegidos un marco de referencia, un eje coordenado que tenga la misma dirección (y sentido) de la aceleración y dadas las condiciones iniciales (condiciones en el tiempo inicial $t_i = 0$), y_i (posición inicial) y V_i (velocidad inicial) se cumplen las siguientes expresiones algebraicas para la cinemática del cuerpo,

$$V = V_i + gt$$

[1]

$$y = y_i + V_i t + \frac{1}{2} gt^2$$

[2]

Tener SIEMPRE PRESENTE que posición, desplazamiento y longitud recorrida ("distancia") son conceptos diferentes.

Tener SIEMPRE PRESENTE que:

- La pendiente de la gráfica cinemática y vs t corresponde a la velocidad del cuerpo.
- La pendiente de la gráfica cinemática V vs t corresponde a la aceleración del cuerpo.
- El área bajo la curva de la gráfica cinemática V vs t corresponde al cambio de posición del cuerpo (es decir, corresponde a su desplazamiento: **NO** corresponde **NI** a la posición **NI** a la longitud recorrida).
- El área bajo la curva de la gráfica cinemática a vs t corresponde al cambio de velocidad del cuerpo.

Tener SIEMPRE PRESENTE que gráfica y trayectoria son conceptos diferentes.

Metodología (Procedimiento)

- Ejecutar el programa de **PhysycsSensor** correspondiente a la simulación titulada "Experimento de Caída Libre (Medida de la gravedad)". Se desplegará la GUI (de sus siglas en inglés, Interfaz Gráfica de Usuario) de la figura 1.

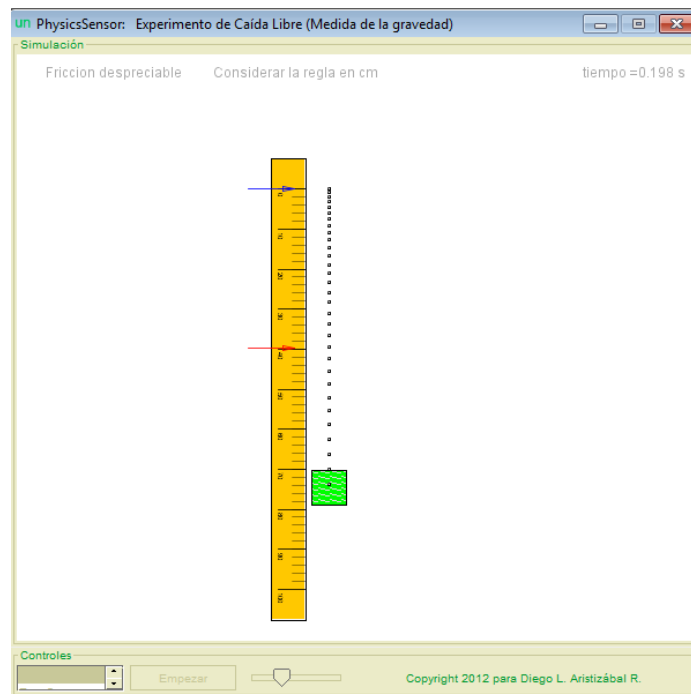


Figura 1: GUI de la simulación a emplear.

- Utilizar cinco minutos para familiarizarse con los controles que permiten interactuar con la simulación.
- En el control ubicado en la izquierda de la parte inferior de la GUI, se selecciona el experimento a realizar de una lista de cinco. En la tabla 1 se dan los valores de velocidad inicial y de aceleración de estos experimentos empleados en esta simulación.

Número del experimento	Valor de velocidad inicial en cm/s	Aceleración en cm/s^2
1	100	980
2	150	980
3	200	980
4	120	980
5	80	980

Tabla 1: Valores de la velocidad inicial y de la aceleración para cada uno de los experimentos de la simulación

- Elegir uno de los experimentos a trabajar (o si es del caso, su profesor o monitor lo asignará).
- Tomar como marco de referencia la regla y como sistema de coordenadas el eje Y con su origen en el punto cero de la regla y apuntando hacia debajo de la pantalla (este será su sentido positivo).

Tener SIEMPRE PRESENTE que la gráfica de y vs t dependerá del sistema de coordenadas empleado (su origen y sentido).

- Con base en este sistema de coordenadas llenar la tabla 2.

Tiempo t (s)	0										
Posición y (cm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Tabla 2: Datos obtenidos en el experimento

Resultados y su análisis

- Emplear el módulo de regresión cuadrática de **PhysicsSensor** para elaborar la gráfica y vs t con los datos de la tabla 2. Obtener el valor de la velocidad

inicial del cuerpo y el valor de la aceleración. Considerar como valores convencionalmente verdaderos los de la tabla 1 para reportar los porcentajes de error.

Actividades adicionales

- Emplear el software de regresión lineal de **PhysycsSensor** para elaborar la gráfica de velocidad contra tiempo (V vs t). Para esto, en primera instancia, a partir de la tabla 2 construir la tabla 3, empleando la expresión de velocidad,

$$V = \frac{\Delta y}{\Delta t}.$$

Tiempo $t = \frac{t_1 + t_2}{2}$ (s)	Velocidad $V = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{y_2 - y_1}{t_2 - t_1}$ (cm/s)

Tabla 3: Tabla de velocidad vs tiempo

- De la gráfica anterior obtener:
 - el valor de la aceleración,
 - el valor de la velocidad inicial,
- Reconstruir la tabla 2 eligiendo como sistema de coordenadas el eje Y con origen sobre la posición 100 de la regla y apuntando hacia la parte superior de la pantalla del computador. Adicionalmente:
 - reelaborar la gráfica de y vs t empleando el módulo de **PhysicsSensor** para hacer la regresión cuadrática,
 - esbozar con un dibujo la nueva gráfica de velocidad contra tiempo,

- reescribir las ecuaciones [1] y [2].

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
LABORATORIO SIMULADO DE FÍSICA
PRÁCTICA: MEDIDA DE LA DE LA GRAVEDAD (I)
GUÍA DE TRABAJO

Autor: Diego Luis Aristizábal Ramírez

Profesor Asociado de la Escuela de Física, Universidad Nacional de Colombia, Medellín
Enero de 2012

Objetivos

- Medir la aceleración de la gravedad.

Material

- Computador.
- Software: **PhysicsSensor** (Experimento de MUV y Regresión Cuadrática).

Fundamento teórico

Cuando un cuerpo desliza por un plano inclinado cuya fricción entre ambos es despreciable (superficies muy lisas), el cuerpo se desplaza con aceleración constante cuyo valor es,

$$a = g \times \text{sen} \varphi \quad [1]$$

siendo φ el ángulo de inclinación del plano.

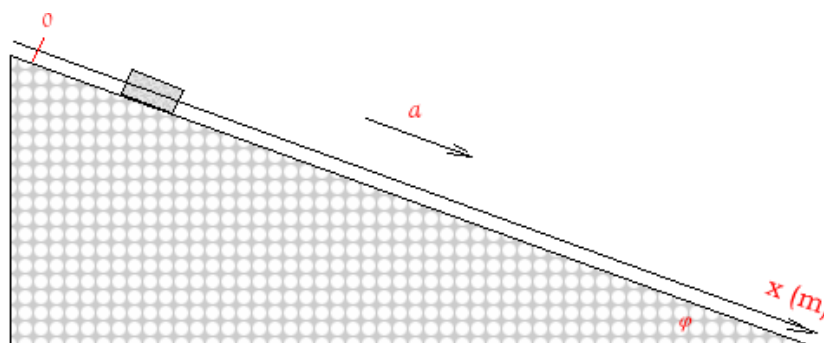


Figura 1: Eje coordenado.

Si se elige como marco de referencia el plano y como eje coordenado un eje paralelo al plano y dirigido hacia la parte descendente de éste (figura 1), se cumplirán las siguientes expresiones cinemáticas para la velocidad y para la posición del cuerpo,

$$V = V_i + at$$

[2]

$$x = x_i + V_i t + \frac{1}{2} at^2$$

[3]

Tener SIEMPRE PRESENTE que ya elegidos un marco de referencia y un sistema de coordenadas, las condiciones iniciales (condiciones en el tiempo inicial $t_i = 0$), son x_i (posición inicial) y V_i (velocidad inicial).

Tener SIEMPRE PRESENTE que posición, desplazamiento y longitud recorrida ("distancia") son conceptos diferentes.

Tener SIEMPRE PRESENTE que:

- La pendiente de la gráfica cinemática x vs t corresponde a la velocidad del cuerpo.
- La pendiente de la gráfica cinemática V vs t corresponde a la aceleración del cuerpo.
- El área bajo la curva de la gráfica cinemática V vs t corresponde al cambio de posición del cuerpo (es decir, corresponde a su desplazamiento: **NO** corresponde **NI** a la posición **NI** a la longitud recorrida).
- El área bajo la curva de la gráfica cinemática a vs t corresponde al cambio de velocidad del cuerpo.

Tener SIEMPRE PRESENTE que:

- La gráfica de x vs t en el MU es una línea recta inclinada.
- La gráfica de x vs t en el MUV es una parábola.
- La gráfica de V vs t en el MU es una línea recta horizontal.
- La gráfica de V vs t en el MUV es una línea recta inclinada.
- La gráfica de a vs t en el MUV es una línea recta horizontal.

Tener SIEMPRE PRESENTE que gráfica y trayectoria son conceptos diferentes.

Metodología (Procedimiento)

- Ejecutar el programa de **PhysycsSensor** correspondiente a la simulación titulada "Experimento de MUV (Medida de la gravedad)". Se desplegará la GUI (de sus siglas en inglés, Interfaz Gráfica de Usuario) de la figura 2.

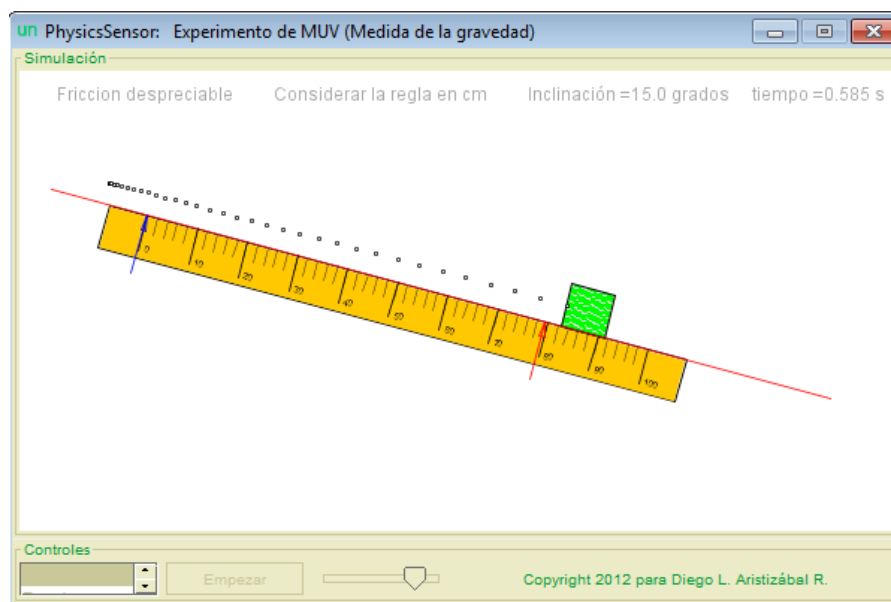


Figura 2: GUI de la simulación a emplear.

- Utilizar cinco minutos para familiarizarse con los controles que permiten interactuar con la simulación.
- En el control ubicado en la izquierda de la parte inferior de la GUI, se selecciona el experimento a realizar de una lista de cinco. Elegir uno de los experimentos a trabajar (o si es del caso, su profesor o monitor lo asignará).
- Tomar como marco de referencia el plano inclinado y como sistema de coordenadas el eje x con su origen en el punto cero de la regla y apuntando hacia la polea (este será su sentido positivo).

Tener SIEMPRE PRESENTE que la gráfica de x vs t dependerá del sistema de coordenadas empleado (su origen y sentido).

- Con base en este sistema de coordenadas llenar la tabla 2.

Tiempo t (s)	0									
Posición x (cm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90

Tabla 2: Datos obtenidos en el experimento

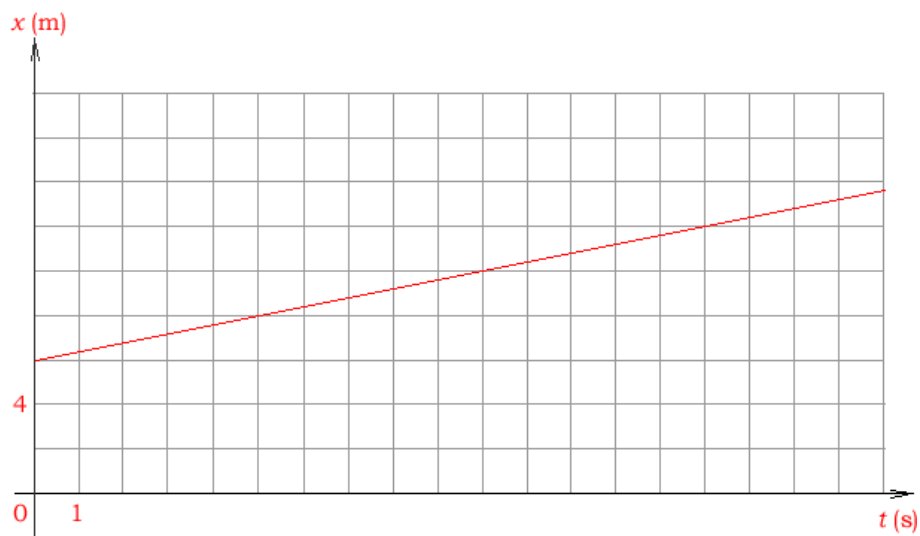
Resultados y su análisis

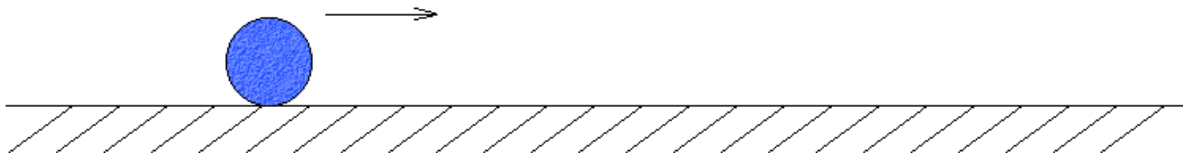
- Emplear el módulo para realizar regresión cuadrática de **PhysicsSensor** y elaborar la gráfica x vs t con los datos de la tabla 2. Obtener el valor de la aceleración.
- Emplear la fórmula [1] para calcular el valor de la aceleración de la gravedad.
- Considerando como valor convencionalmente verdadero para la aceleración de la gravedad 9.80 m.s^{-2} , reportar el porcentaje de error.

Anexo 4. Módulo 4

TALLER I DE CINEMÁTICA RECTILÍNEA**Ejercicio 1**

Una canica de cristal rueda rectilíneamente sobre un piso horizontal, Figura 1. En la Figura 2 se ilustra el comportamiento de su posición en el tiempo.

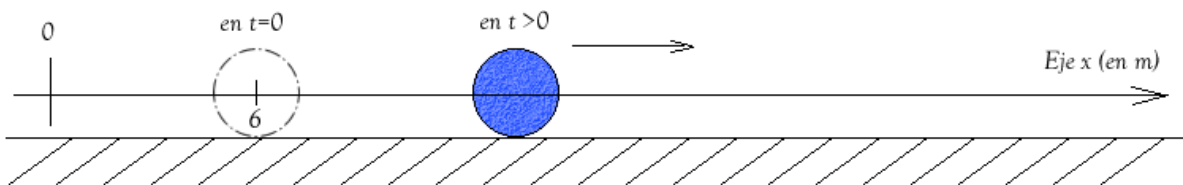
**Figura 1:** Canica rodando**Figura 2:** Gráfica de x vs t correspondiente a la canica

Representación simplificada de la situación:**Figura 3****Marco de referencia:**

El piso.

Sistema de coordenadas y representación de la situación física:

Definir el sistema de coordenadas que esté de acuerdo con la representación de la Figura 2 y que a su vez sea una buena representación de la situación física ilustrada en la foto de la Figura 1.

**Figura 4****Respuestas a interrogantes específicos:**

(a) ¿Con qué tipo de movimiento se desplaza la canica?

La pendiente de la gráfica x vs t corresponde a la velocidad del móvil. Según la Figura 2, la pendiente es constante, lo que lleva a concluir que la velocidad es constante, es decir, la canica se desplaza con movimiento rectilíneo uniforme (MU).

(b) ¿Cuál es la posición inicial de la canica?

Según la Figura 2, la posición inicial (es decir, la posición en el instante $t = 0$) es 6 m:

$$x_i = 6 \text{ m}$$

(c) ¿Cuál es la posición de la canica en el instante $t = 15 \text{ s}$?

Según la Figura 2, la posición en el instante $t = 15 \text{ s}$ es 12 m :

$$x = 12 \text{ m}$$

(d) ¿Cuál es la velocidad de la canica?

La velocidad corresponde a la pendiente de la gráfica x vs t . Como se trata de una recta basta con escoger dos puntos (cualquiera) de ésta para calcularla. Por ejemplo, $(0 \text{ s}, 6 \text{ m})$ y $(5 \text{ s}, 8 \text{ m})$:

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{8 \text{ m} - 6 \text{ m}}{5 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 0,4 \text{ m/s}$$

(e) ¿Cuál es el desplazamiento de la canica entre los instantes $t = 5 \text{ s}$ y $t = 15 \text{ s}$?

El desplazamiento de la canica entre estos dos instantes, corresponde a la diferencia (o sea, el cambio) de la posición entre estos dos instantes, es decir, la posición en el instante $t = 15 \text{ s}$ menos la posición en el instante $t = 5 \text{ s}$:

$$\Delta x = x_f - x_i = 12 \text{ m} - 8 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

(f) ¿Cuál es la velocidad de la canica en el instante $t = 6 \text{ s}$?

Como la canica se mueve con MU, la velocidad permanece constante, y por lo tanto su valor en cualquier instante es:

$$V = 0,4 \text{ m/s}$$

(g) ¿Cuál es la aceleración de la canica?

Como la canica se desplaza con MU, la aceleración es cero.

(h) Hacer la gráfica de V vs t .

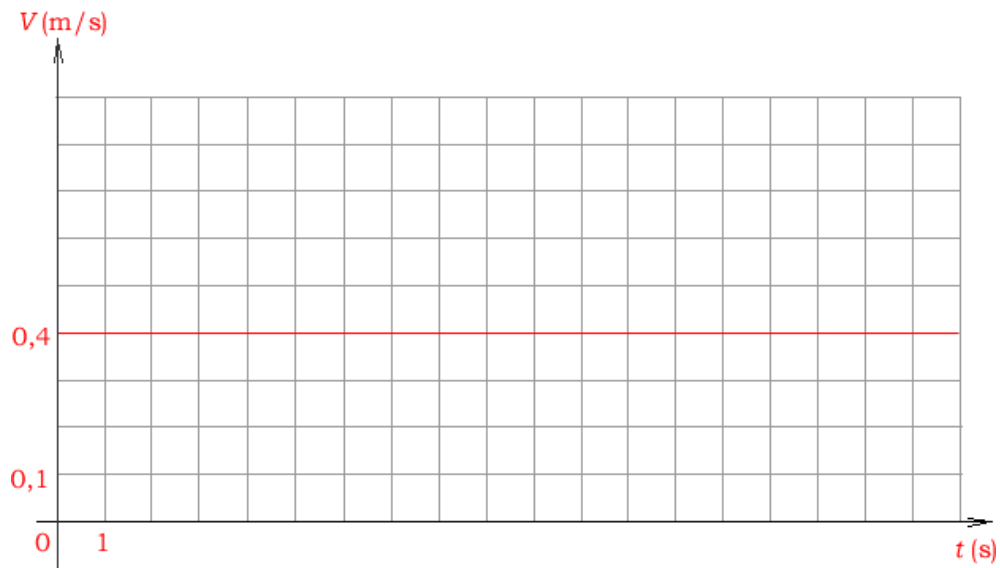


Figura 5: Gráfica de V vs t correspondiente a la canica

(i) Hacer la gráfica de a vs t .

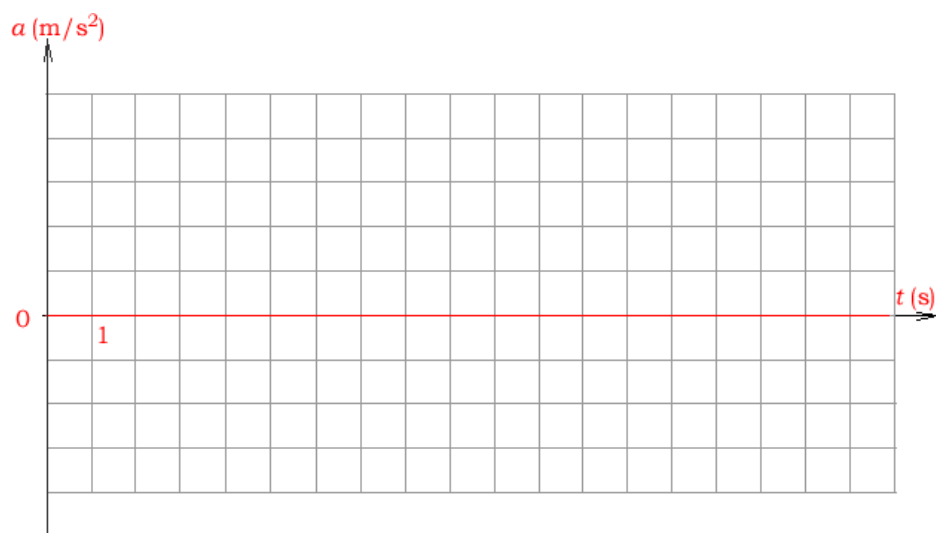


Figura 6: Gráfica de a vs t correspondiente a la canica

(j) Escribir las ecuaciones generales de x, V, a en función del t (escritas en el SI).

$$x = 6 + 0,4t$$

$$V = 0,4$$

$$a = 0$$

Ejercicio 2

Un carrito electrónico que se mueve bajo acción remota, Figura 7, se desplaza en línea recta de tal forma que su posición respecto al tiempo en sus primeros 18 segundos está representada en la Figura 8.



Figura 7: Automóvil controlado remotamente

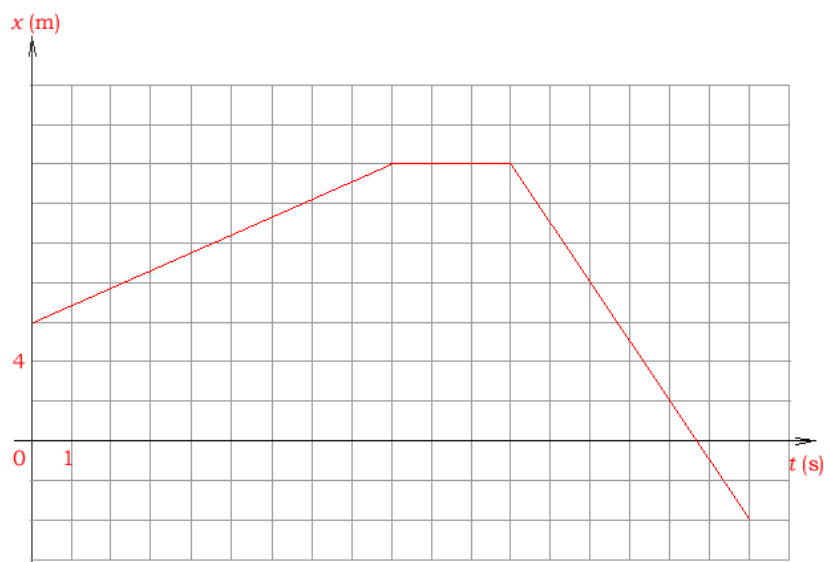


Figura 8: Gráfica de x vs t correspondiente al auto

Hacer una representación gráfica simplificada de la situación:

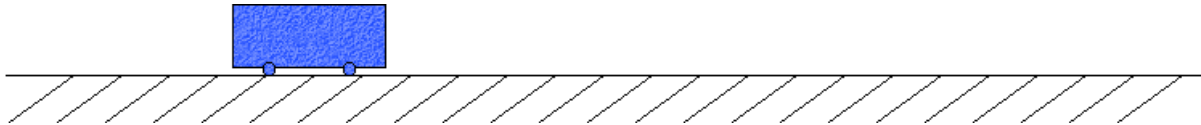


Figura 9

Marco de referencia:

El piso.

Sistema de coordenadas y representación de la situación física:

Definir el sistema de coordenadas que esté de acuerdo con la representación de la Figura 8 y que a su vez sea una buena representación de la situación física ilustrada en la foto de la Figura 7.

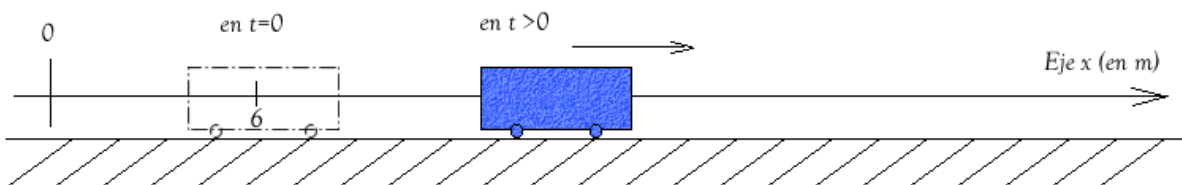


Figura 10

Respuestas a interrogantes específicos:

(a) ¿Con qué tipo de movimiento se desplaza el carrito? (calcular las velocidades)

Entre los instantes $t = 0 \text{ s}$ y $t = 9 \text{ s}$ se desplaza con MU en el sentido positivo de las x con velocidad:

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{14 \text{ m} - 6 \text{ m}}{9 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 0,89 \text{ m/s}$$

Entre los instantes $t = 9 \text{ s}$ y $t = 12 \text{ s}$ se detiene en la posición $x = 14 \text{ m}$.

Entre los instantes $t = 12\text{ s}$ y $t = 18\text{ s}$ se regresa con MU (es decir, se mueve en el sentido negativo de las x) con velocidad:

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{-4\text{ m} - 14\text{ m}}{18\text{ s} - 12\text{ s}} = -3\text{ m/s}$$

- (b) ¿Cuál es su desplazamiento, la distancia recorrida ("longitud recorrida") y la posición final una vez transcurridos esos 18 segundos?
- (c) Hacer la gráfica de V vs t .
- (d) Hacer la gráfica de a vs t .

Ejercicio 3

El atleta de la Figura 11 se desplaza en línea recta siguiendo la gráfica ilustrada en la Figura 12.



Figura 11: Atleta corriendo

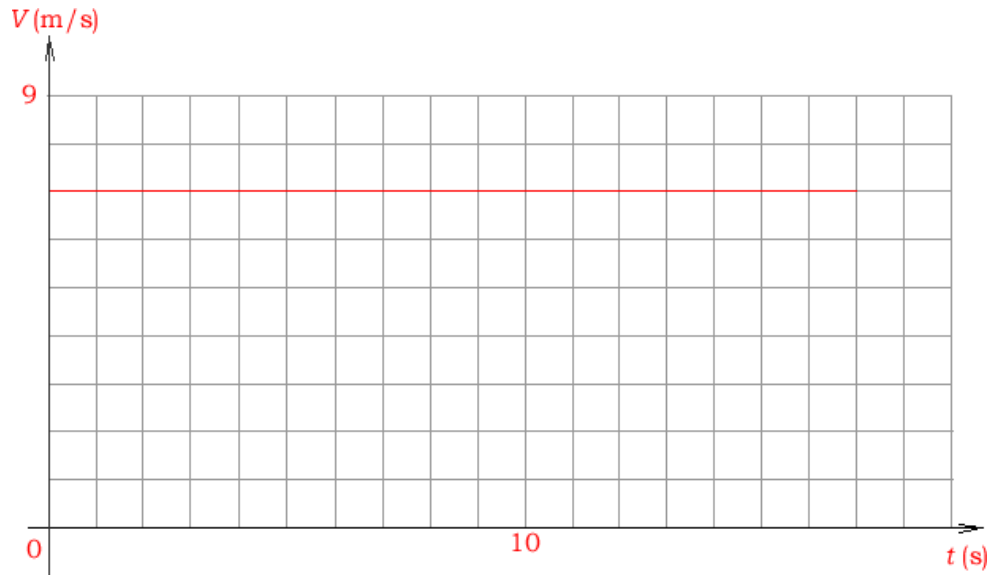


Figura 12: Gráfica de V vs t correspondiente al atleta

Hacer una representación gráfica simplificada de la situación:

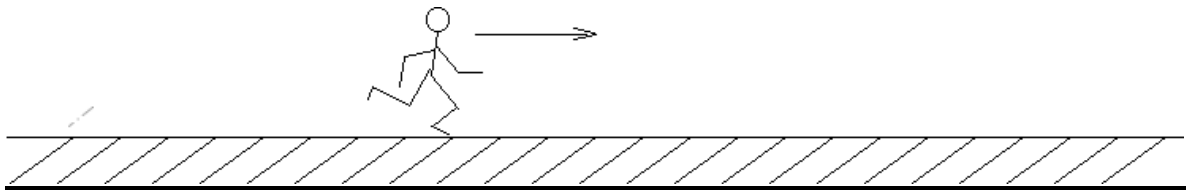


Figura 13

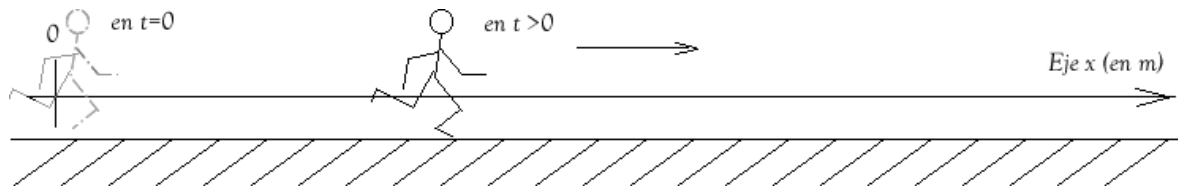
Marco de referencia:

El piso.

Sistema de coordenadas y representación de la situación física:

Definir el sistema de coordenadas que esté de acuerdo con la representación de la Figura 12 y que a su vez sea una buena representación de la situación física ilustrada en la foto de la Figura 11.

Con la información dada en la Figura 12 no hay forma de saber cuál fue la posición inicial. Arbitrariamente se puede elegir cualquiera, por ejemplo cero.

**Figura 14****Respuestas a interrogantes específicos:**

- (a) ¿Con qué tipo de movimiento se desplaza el atleta? (calcular la velocidad y la aceleración).
- (b) Calcular el desplazamiento entre los instantes $t = 2\text{ s}$ y $t = 9\text{ s}$.
- (c) Calcular la posición en el instante $t = 12\text{ s}$.
- (d) Hacer la gráfica de x vs t .
- (e) Hacer la gráfica de a vs t .

Ejercicio 4

El automóvil de la Figura 15 aplica los frenos y se detiene en 1,4 segundos. En la figura 16 se ilustra gráficamente este proceso.

**Figura 15: Automóvil frenando**



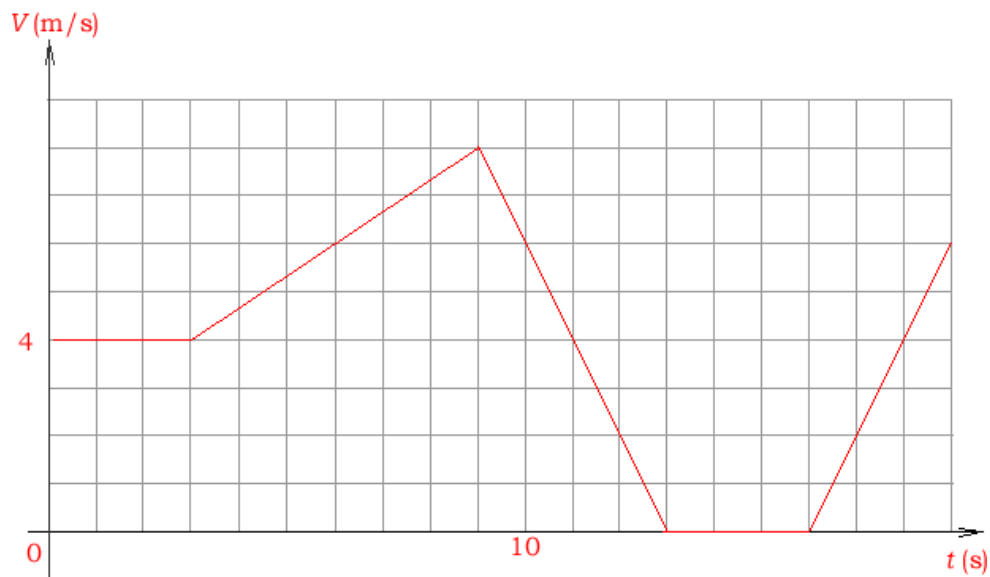
Figura 16: Gráfica de V vs t correspondiente al auto

- Hacer una representación gráfica simplificada de la situación.
- Elegir el marco de referencia.
- Elegir un sistema de coordenadas y representar la situación física.
- Responder las siguientes preguntas:
 - (a) ¿Con qué tipo de movimiento se desplaza el automóvil?
 - (b) ¿Cuál es el desplazamiento, la distancia recorrida (“longitud recorrida”) y la posición una vez transcurridos los 1,4 s?
 - (c) ¿Cuál es la aceleración?
 - (d) ¿Cuál es la velocidad en el instante $t = 0,4 \text{ s}$?
 - (e) Hacer la gráfica de x vs t .
 - (f) Hacer la gráfica de a vs t .
 - (g) Escribir las ecuaciones generales de x, V, a en función del t (escritas en el SI).

Ejercicio 5

El atleta de la Figura 17 se desplaza en línea recta siguiendo la gráfica ilustrada en la Figura 18..

--

**Figura 17:** Atleta corriendo**Figura 18:** Gráfica de V vs t correspondiente al atleta

- Hacer una representación gráfica simplificada de la situación.
- Elegir el marco de referencia.
- Elegir un sistema de coordenadas y representar la situación física.
- Responder las siguientes preguntas:

(a) ¿Con qué tipo de movimiento se desplaza el automóvil? (calcular las velocidades y las aceleraciones)

- (b) Calcular el desplazamiento, la “longitud recorrida” y la posición una vez transcurridos 9 s.
- (c) Calcular el desplazamiento, la “longitud recorrida” entre los instantes $t = 9\text{ s}$ y $t = 13\text{ s}$.
- (d) Calcular el desplazamiento y la posición final una vez transcurridos 19 s.
- (e) Hacer la gráfica de x vs t .
- (f) Hacer la gráfica de a vs t .

Ejercicio 6

El automóvil de la foto (Figura 19), parte del reposo y se mueve en línea recta siguiendo la gráfica ilustrada en la Figura 20.



Figura 19: Auto desplazándose en línea recta

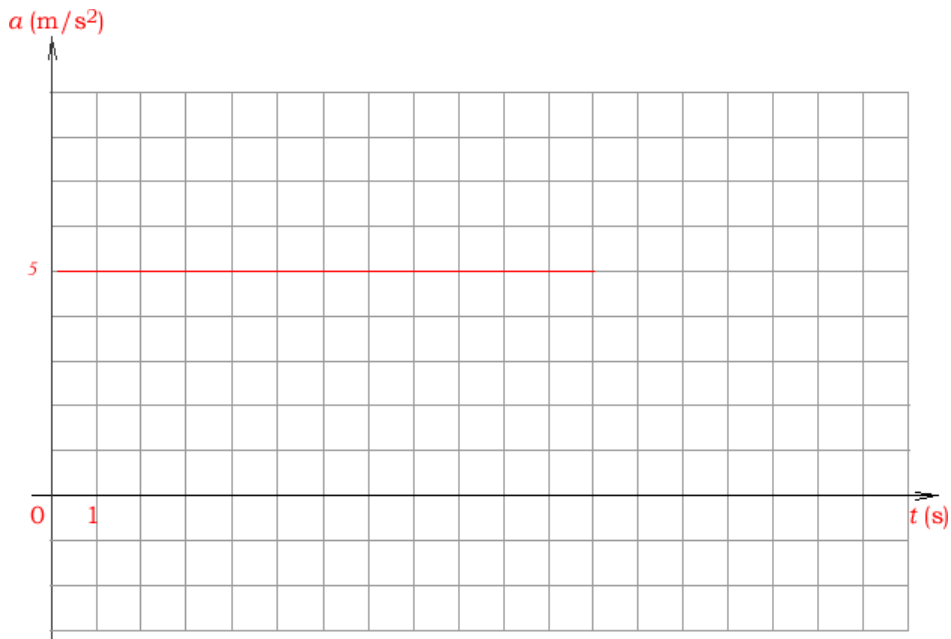


Figura 20: Gráfica de a vs t correspondiente al automóvil

- Hacer una representación gráfica simplificada de la situación.
- Elegir el marco de referencia.
- Elegir un sistema de coordenadas y representar la situación física.
- Responder las siguientes preguntas:
 - (a) ¿Con qué tipo de movimiento se desplaza el automóvil? (calcular la aceleración)
 - (b) Calcular el cambio de velocidad entre los instantes $t = 4 \text{ s}$ y $t = 10 \text{ s}$.
 - (c) Elaborar la gráfica de V vs t .
 - (d) Elaborar la gráfica de x vs t (suponer que la posición inicial es 10 m).
 - (e) Calcular el desplazamiento en los primeros 5 segundos. Decir cuál es la posición en ese instante.

Ejercicio 7

El automóvil de la foto (Figura 21), parte de con velocidad igual a 5 m/s y se mueve en línea recta siguiendo la gráfica ilustrada en la Figura 22.

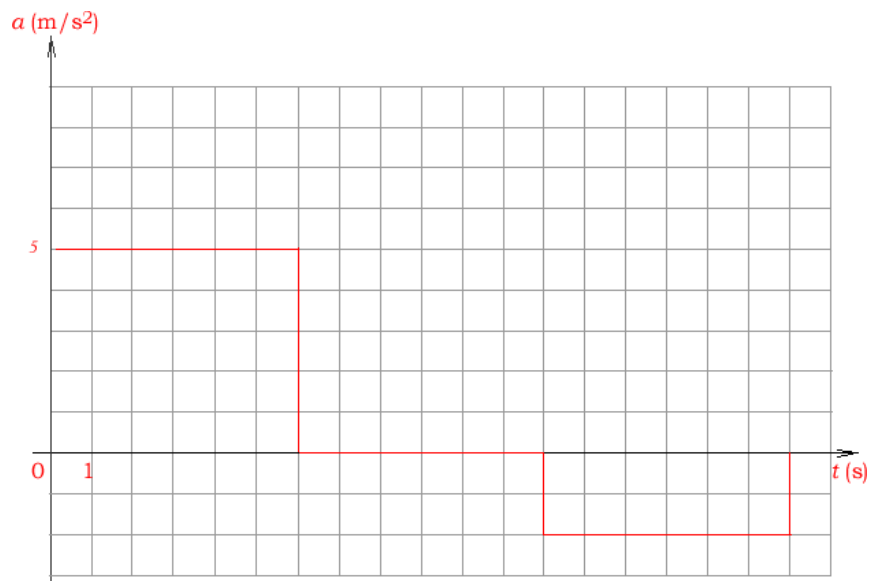


Figura 22: Gráfica de a vs t correspondiente al automóvil

- Hacer una representación gráfica simplificada de la situación.
 - Elegir el marco de referencia.
 - Elegir un sistema de coordenadas y representar la situación física.
 - Responder las siguientes preguntas:
- (a) ¿Con qué tipo de movimiento se desplaza el automóvil? (calcular las aceleraciones)
- (b) Calcular el cambio de velocidad entre los instantes $t = 4 \text{ s}$ y $t = 15 \text{ s}$.
- (c) Elaborar la gráfica de V vs t .
- (d) Elaborar la gráfica de x vs t (suponer que la posición inicial es 20 m).

- (e) Calcular el desplazamiento en los primeros 5 segundos. Decir cuál es la posición en ese instante.

Ejercicio 8

El automóvil de la foto (Figura 23), parte de con velocidad igual a 5 m/s y se mueve en línea recta siguiendo la gráfica ilustrada en la Figura 24.



Figura 23: Auto desplazándose en línea recta

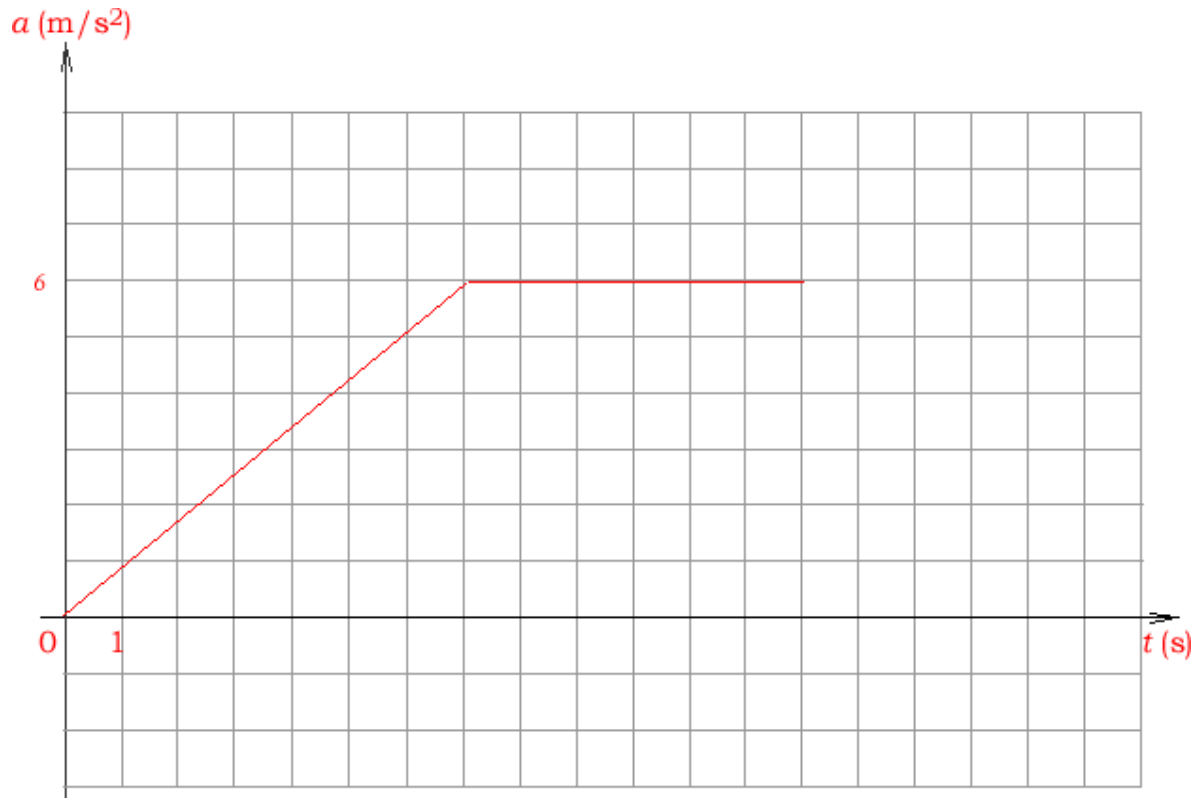


Figura 24: Gráfica de a vs t correspondiente al automóvil

- Hacer una representación gráfica simplificada de la situación.
- Elegir el marco de referencia.
- Elegir un sistema de coordenadas y representar la situación física.
- Responder las siguientes preguntas:

(a) Calcular el cambio de velocidad y la velocidad del automóvil transcurridos 13 s.

Bibliografía

[1] Sherin, Bruce L. How students understand physics equations. Cognition and Instruction, Vol. 19 N°4. 2001. 5 p.

Disponible en línea:

http://beepdf.com/doc/119734/how_students_understand_physics_equations.html

[2] López-Gay R, Martínez Torregrosa J. ¿Qué hacen y qué entienden los estudiantes y profesores de física cuando usan expresiones diferenciales? Enseñanza de las Ciencias, 2005, 23(3), 3 p.

[3] Coll, C., Gómez, C. “De qué hablamos cuando hablamos de constructivismo”, Cuadernos Pedagógicos, Barcelona, 1994, 1 p.

[4] Carrera, B., Mazzarella, C. Vygotsky: Enfoque Sociocultural. Educere, abril-junio, 2001, Vol. 5. 43 p.

[5] Moreira, Marco Antonio. “Subsidios Teóricos para el Profesor Investigador en Enseñanza de las Ciencias”. 1 edición. Porto Alegre, Brasil: 2009. 31 p.

[6] Hake R.R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. American Journal of physics, 66 (1). 65 p.

[7] Moreira M.A., Mapas Conceptuales y Aprendizaje Significativo en Ciencias, Instituto de Física UFRGS, Poto Alegre, Brasil: 1 p.

[8] Moreira M.A., Mapas Conceptuales y Aprendizaje Significativo en Ciencias, Instituto de Física UFRGS, Poto Alegre, Brasil: 4 p.

[9] Moreira M.A., Mapas Conceptuales y Aprendizaje Significativo en Ciencias, Instituto de Física UFRGS, Poto Alegre, Brasil: 6 p.

[10] McDermott, L., M. Rosenquist y E. van Zee; Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics, American Journal of Physics: 55, 6, 503-513 (1987).

[11] Tejeda S., "Diseño de una Actividad Educativa Tipo Tutorial para la Comprensión de Gráficas en Cinemática", Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, México D.F., 2009.

[12] Tejeda S., "Diseño de una Actividad Educativa Tipo Tutorial para la Comprensión de Gráficas en Cinemática", Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, México D.F., 2009.

[13] Guidugli S., Fernández C., Cecilia y Benegas J., "Aprendizaje Activo de la Cinemática Lineal y su Representación Gráfica en la Escuela Secundaria", Innovaciones Didácticas- Enseñanza de las Ciencias, 2004, 22(3), 463-472.

[14] Parrella A., "Reflexiones Sobre la Enseñanza de la Cinemática", [en línea], último acceso en noviembre 3 de 2011,